17. JUNI 1927

FUNK BASTLER

HEFT 25

FACHBLATT DES DEUTSCHEN FUNKTECHNISCHEN VERBANDES E.V.

Die Kristalldetektoren

Der gegenwärtige Stand der experimentellen Erforschung.

Von

Dr. Walter Zeidler.

Die letzten Jahre haben in der Empfangstechnik der drahtlosen Telegraphie und Telephonie auf dem Gebiet der Röhrenempfänger eine so vollkommene Lösung der gestellten Aufgaben gebracht, daß im Augenblick schwerlich eine entscheidende Weiterentwicklung in dieser Richtung zu erwarten ist. Diese Erfolge sind, durch die im Kriege gewaltig geförderte Entwicklung vorbereitet, darauf zurückzuführen, daß neben der Theorie der Empfangsschaltungen vor allem die Wirkungsweise der Elektronenröhre weitgehend bekannt und theoretisch vertieft ist. Dadurch sind uns viele Mittel an die Hand gegeben, Änderungen der Empfangsbedingungen durch entsprechende Konstruktion der Empfängerteile zu verwirklichen. Dies kommt in der großen Zahl der Spezialröhrenkonstruktionen zum Ausdruck. Das Bestreben geht jetzt mehr dahin, die Geräte in der Bedienung einfacher zu gestalten und die Anschaffungs- sowie Betriebskosten zu senken.

Beim Detektor liegt die Sache gerade umgekehrt. Daß er nicht schon vollständig von der Röhre verdrängt ist, hat seinen Grund einerseits in der Einfachheit der Schaltung und den geringen Betriebskosten, andererseits in der Reinheit der Wiedergabe, die von der Röhre noch nicht erreicht ist. Die Zahl derer, die um der Klangreinheit willen seine Mängel der geringeren Lautstärke, der mäßigen Betriebssicherheit und der lästigen Kopfhörer in Kauf nehmen, ist recht beträchtlich. Doch um die Möglichkeit, durch Eingriffe in seinen Mechanismus seine Mängel zu beseitigen, ist es noch schlecht bestellt. Wie lohnend müßten Neuerungen auf diesem Gebiet sein, durch die dem Rundfunk viele neue Freunde gewonnen würden. Aber sie blieben bisher aus, wie ein Blick in die Literatur der letzten 15 Jahre lehrt. Zum Beispiel findet Eccles schon 1910 bei seinen Untersuchungen über Detektoren, daß die Kombination Rotzinkerz—Kupferkies, die jetzt unter verschiedenen wohlklingenden Namen wieder so sehr zu Ehren gekommen ist, an Empfindlichkeit viele andere überragt. Die geringen Fortschritte sind um so weniger verständlich, als die Entwicklung des Rundfunks der großen Zahl der Amateure Gelegenheit bot, mit diesem schalttechnisch einfachen Gerät Versuche anzustellen und ein großes Beobachtungsmaterial beizubringen.

Damit soll aber nicht gesagt sein, daß man dem Detektorproblem nicht genügende Aufmerksamkeit zugewandt hätte. Die Literatur experimentellen und theoretischen Inhalts über diesen Stoff ist schon beträchtlich angeschwollen, ohne aber bisher zu sicheren Ergebnissen geführt zu haben[1]). Die Schwierigkeit besteht darin, daß es noch nicht gelungen ist, die charakteristischen Erscheinungen, die offenbar auf physikalischem und chemischem Gebiet liegen und dadurch die Verhältnisse noch unübersichtlicher gestalten, von vielen unbedeutenden Nebeneffekten zu trennen. Deshalb finden die Erklärungsversuche keine sichere Stütze an den Beobachtungen. In diesem Mißerfolg einer theoretischen Deutung wiederum ist der Grund zu dem bisher erfolglosen Bemühen zu suchen, die Empfangstechnik des Detektors weiterzuentwickeln. Erst eine befriedigende Erklärung

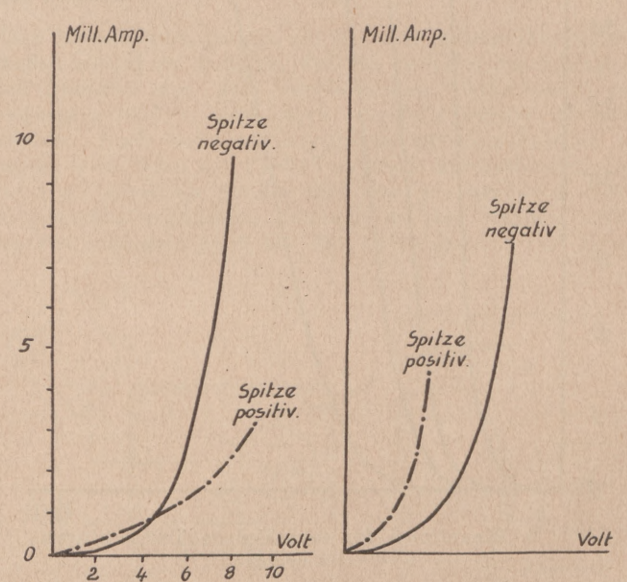


Abb. 1. Schleifencharakteristik. — Normale Kennlinie. (Nach Trey.)

der Gleichrichterwirkung wird es aussichtsreich erscheinen lassen, zielbewußt an die Vervollkommnung zu gehen. Steigerung der Empfindlichkeit und Betriebssicherheit sind die Aufgaben, deren Lösung man erst dann wird erfolgreicher anstreben können. Wenn auch nur die geringe Energie der Empfangsantenne zur Verfügung steht, könnte doch noch Entscheidendes in ihrer Ausnutzung erreicht werden, da das Verhältnis Energie im Detektorkreis zu Antennenenergie bisher kaum größere Werte als 1 : 7 erreicht, der Wirkungsgrad also recht gering ist.

In letzter Zeit sind einige Arbeiten veröffentlicht worden, die eine Erweiterung der experimentellen Grundlagen bedeuten und für die Erklärung der Gleichrichterwirkung des Detektors Wegweiser sein können. Lange Zeit war allen theoretischen Erörterungen so weiter Raum gelassen — gibt es doch mehr als ein halbes Dutzend Erklärungsmöglichkeiten —, weil die Einflüsse der Oberflächenbeschaffenheit des Detektormaterials, seiner chemischen Zusammensetzung, der Temperatur, des Druckes und anderer Faktoren auf seine Arbeitsweise noch völlig ungeklärt waren. Ferner hatte

[1]) Genaue Literaturangaben bei Lehnhardt, Der Detektor, Berlin 1926.

man beobachtet, daß sich die Stromrichtung im Detektorkreis für dicht benachbarte Punkte des Kristalls umkehrt, ein Befund, dessen theoretische Deutung Schwierigkeiten machte und zu einer Erweiterung der Theorien zwang.

Von allen Erklärungsversuchen war es zunächst die Annahme der Erzeugung einer sekundären thermoelektrischen Gleichspannung, die mit den Beobachtungen nicht mehr in Einklang zu bringen war. Man hat sie aufgegeben, seitdem sich die Trägheitslosigkeit der Detektoren bis zu sehr hohen Frequenzen ergeben hat, eine Tatsache, die mit der Annahme thermischer Effekte nicht vereinbar ist. Ähnlich verhält es sich mit einigen Theorien, die vielleicht auf den einen oder anderen Fall anwendbar sind, aber keineswegs die Gesamtheit aller Erscheinungen nur einigermaßen erklären. Unter den elektrolytischen und elektronentheoretischen Deutungsversuchen dagegen ist eine endgültige Entscheidung noch nicht zu treffen, wenn auch im Augenblick

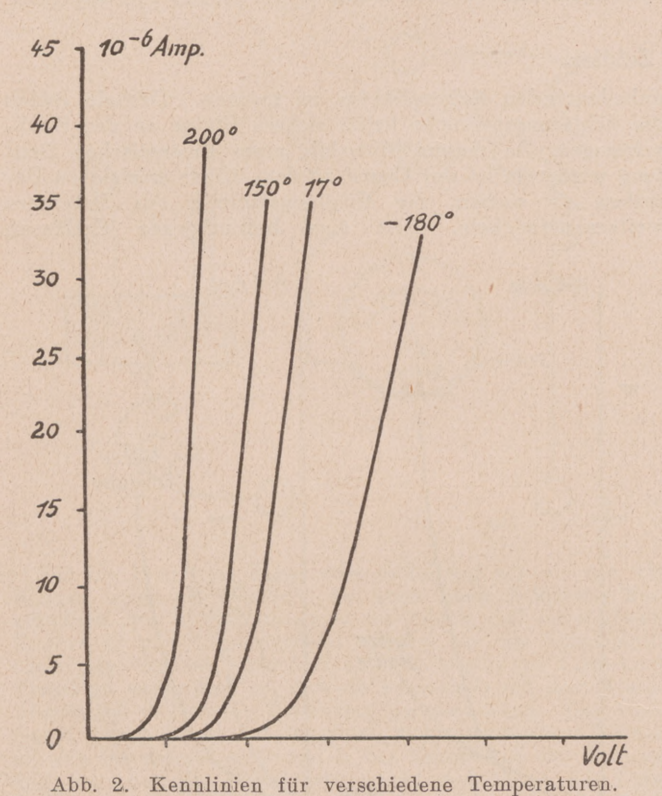


Abb. 2. Kennlinien für verschiedene Temperaturen. (Nach Luchsinger.)

vieles für eine Erklärung des Gleichrichtereffektes aus den Anschauungen der Atomtheorie spricht.

In verschiedener Richtung sind nun Versuche angestellt worden, die eine wesentliche Klärung des Tatsachenmaterials herbeigeführt haben. Zunächst ist es die Frage, ob eine Flüssigkeitsschicht an der Oberfläche des Kristalls für die Gleichrichterwirkung von Bedeutung ist. Trey[2]) weist nach, daß nach sorgfältiger Beseitigung einer Schicht der Kristalloberfläche durch Schaben die Detektorwirkung erhalten bleibt und die normale Kennlinie aufweist, während sich Feuchtigkeit an der Oberfläche durch eine Schleifenbildung der Charakteristik zu erkennen gibt. Trägt man die Stromwerte für positive und negative Spannungen am Detektor im gleichen Quadranten eines Achsenkreuzes ein, während sonst häufig die für negative Spannungen in den dritten Quadranten eingezeichnet sind, so kreuzen sich in diesem Falle die positiven und negativen Äste der Strom-Spannungskurven. Die Unipolarität wechselt also beim Übergang von schwächeren zu stärkeren Strömen das Vorzeichen (Abb. 1). Auch gepulvertes Material, das vom Kristallwasser befreit war, zeigte Gleichrichtung. Diese Ergebnisse lassen eine elektrolytische Deutung des Effektes unter Mitwirkung einer Feuchtigkeitsschicht an der Kristalloberfläche oder unter dem Einfluß des Kristallwassers nicht mehr zu. Nicht von der Hand zu weisen ist aber vorläufig eine andere Möglichkeit, elektrolytische Vorgänge für die Unipolarität des Detektors verantwortlich zu machen, wenn man den Kristall als festen Elektrolyten betrachtet. Erscheinungen dieser Art hat man in neuerer Zeit z. B. am Glas beobachtet, daß nämlich auch in festen Stoffen eine Wanderung elektrisch geladener Teilchen möglich ist und bei Erwärmung ansehnliche Beträge erreicht. Zwei Schwierigkeiten stellten sich dieser Deutung entgegen: der bisher beobachtete Richtungswechsel des gleichgerichteten Stromes bei Änderung der Kontaktstelle und die Trägheitslosigkeit der Detektoren bei höheren Frequenzen, die unbedingt bei Ionenwanderung herabgesetzt werden müßte. Der letzte Einwand bleibt noch bestehen, während bei Versuchen aus der jüngsten Zeit ein Richtungswechsel des Detektorstromes nicht beobachtet werden konnte[3]). Vielmehr ergaben zahlreiche Messungen, daß unter normalen Versuchsbedingungen stets der Richtungssinn eindeutig und für die betreffende Detektorkombination charakteristisch ist. Nur bei unkontrollierbaren, labilen Verhältnissen des Systems machte sich eine Umkehrung bemerkbar. Die Gründe für diese Erscheinung sind dabei sicher in den undefinierbaren und rein zufälligen äußeren Bedingungen der Detektoreinstellung zu suchen. Diese Versuche, die sich vorläufig nur auf Bleiglanz und Pyrit in zahlreichen natürlichen und künstlichen Kristallen beziehen, müßten noch weiterhin systematisch fortgesetzt und vor allem unter quantitativ angebbaren Drucken an der Kontaktstelle angestellt werden. Denn die endgültige Sicherstellung dieses Resultats würde für die Theorie die Befreiung von mancher störenden Hilfshypothese bedeuten. Beiläufig sei bemerkt, daß sich bei diesen Messungen das künstliche Detektormaterial dem besten natürlichen als durchaus gleichwertig erwies.

Von den gleichen Verfassern wurde auch eine Versuchsreihe ausgeführt, die das Detektorproblem einmal von der chemischen Seite anfaßt, um die Beziehungen zwischen Gleichrichterwirkung und chemischer Zusammensetzung zu untersuchen[4]). Die Versuche erstreckten sich wieder auf künstlichen und natürlichen Bleiglanz und Pyrit. Die Analyse ergab, daß beim Bleiglanz die Kristalle größter Empfindlichkeit einen Schwefelgehalt hatten, der um mehrere Prozente über dem theoretischen Wert lag. Pyrit dagegen zeigte bei seinen aktiven Kristallen normalen Schwefelgehalt, während die unempfindlichen einen geringeren Schwefelgehalt und starke Verunreinigungen aufwiesen. In der Tat ist in der Literatur schon mehrfach darauf hingewiesen worden, daß taube Kristalle durch künstliche Schwefelung der Oberfläche empfindlich gemacht werden können. Bei dieser Gelegenheit soll auf das eine Problem noch etwas näher eingegangen werden, dessen Lösung für die theoretische Deutung wie für die Praxis gleich wertvoll sein würde: die Sensibilisierung der Kristalle. Die Resultate einer Empfindlichkeitssteigerung durch Erhöhung des Schwefelgehalts könnten in dieser Beziehung verwertbar sein. In dieser Absicht wurden bei den genannten Versuchen auch die zahlreichen Angaben in der Literatur nachgeprüft, die eine Sensibilisierung durch Zusatz von Silbersalzen behaupteten. Es zeigte sich, daß bei in weiten Grenzen variiertem Silberzusatz stets eine Abnahme oder völliges Verschwinden der Detektorwirkung eintrat, eine Feststellung, die auch wieder manche Sackgasse in der theoretischen Deutung schließen wird. Erwähnt sei noch, daß der Elektronenstrom beim Bleiglanz von der Metallspitze zum Kristall, bei Pyrit umgekehrt gerichtet ist.

Weiterhin hatte man beobachtet, daß Temperaturänderungen von Einfluß auf die Empfindlichkeit sind. Messende

[2]) Phys. Zeitschr. **26**, 849, 1925.

[3]) A. Schleede u. H. Buggisch, Phys. Zeitschr. **28**, 174, 1927.
[4]) Schleede u. Buggisch, Zeitschr. f. anorg. u. allg. Chem. **161**, 1, 1927.



Versuche in dieser Richtung wurden von Luchsinger[5]) angestellt, der die Kennlinie des Karborunddetektors in dem weiten Temperaturgebiet von — 180° (flüssige Luft) bis zu + 870° untersuchte, was bei der Beständigkeit der Verbindung möglich war (Abb. 2). In allen Fällen blieb die Gleichrichterwirkung erhalten und nahm mit steigender Temperatur zu. Auch dieses Ergebnis zwang zur Aufgabe der Annahme elektrolytischer Vorgänge in einer Oberflächenflüssigkeitsschicht, da bei diesen hohen und tiefen Temperaturen Wasser nicht mehr in der flüssigen Phase existenzfähig ist. Eine Entscheidung zwischen der oben erwähnten Theorie unter Annahme eines festen Elektrolyten und der elektronentheoretischen Deutung führt es aber nicht herbei. Einerseits nimmt nämlich die elektrolytische Leitfähigkeit mit steigender Temperatur zu, andererseits wird auch die Austrittsarbeit der Elektronen, die nach der elektronischen Theorie bei dem Zustandekommen des Detektorstromes geleistet werden muß, bei wachsenden Temperaturen kleiner, Überlegungen, die beide mit den experimentellen Resultaten in Einklang stehen und sich doch aus den verschiedenen Grundannahmen ableiten. Auch hier würden sich noch weitere Versuche mit anderen Kombinationen lohnen.

Zusammenfassend sei gesagt, daß in den letzten Jahren die experimentellen Untersuchungen an Detektoren wieder zahlreicher geworden sind, während man mit theoretischen Erörterungen zurückhaltender geworden ist. Die beginnende systematische Durchforschung des gesamten Erscheinungskomplexes verspricht eine fortschreitende Lösung des Problems, seitdem es mehr und mehr gelingt, sich bei den Experimenten von störenden Nebenerscheinungen und Zufällen frei zu machen. Die Klärung der theoretischen Fragen wird dann auch eine Fortentwicklung in empfangstechnischer Beziehung bringen und den Detektor aus sich heraus zu einem bestimmenden Faktor im Rundfunkwesen machen, während man sich bisher des kostspieligen und im Verhältnis dazu wenig wirksamen Mittels bedient, durch Steigerung der Sendeenergie von außen her seinen Wirkungsradius zu vergrößern.

Ein Schutz gegen den Störempfang starker Sender

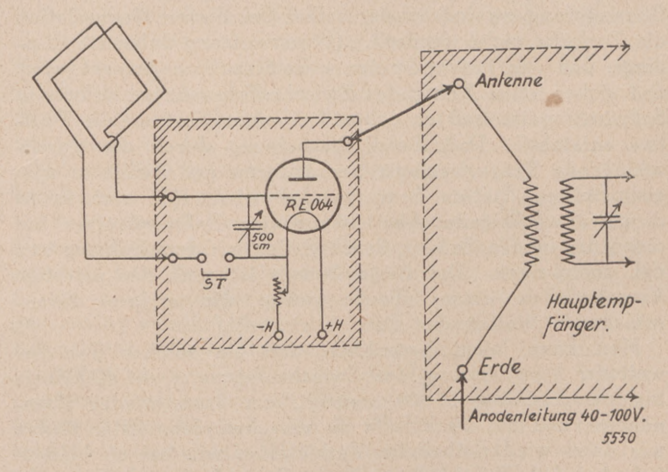
Von

Dr. F. A. Lentze, Breslau.

Wie an dieser Stelle schon mehrfach ausgeführt worden ist, findet man bei einem Transponierungsempfänger für die Aufnahme eines Senders zwei mehr oder minder weit voneinander entfernte Einstellungen des Oszillators, indem die von diesem erzeugte Zusatzfrequenz mit der vom Sender ausgestrahlten Empfangsfrequenz sowohl bei einem oberhalb wie unterhalb der Senderfrequenz gelegenen Werte zur sog. Zwischenfrequenz interferiert, auf die dann der eigentliche Zwischenfrequenzverstärker scharf abgestimmt ist. Wenn wir also z. B. Frankfurt (Frequenz 700 Kilohertz)[1]) mit einer Zwischenfrequenz von 5000 m = 60 kHertz empfangen wollen, können wir den Oszillator mit 760 oder 640 kHertz schwingen lassen; da die Zahl der Schwebungen zwischen zwei Sinus-Schwingungen gleich der Differenz ihrer Frequenzen ist, erhalten wir in beiden Fällen (760 — 700, 700 — 640) die Zwischenfrequenz 60 kHertz. Wie sich unter Benutzung dieser Tatsache die Zwischenfrequenz selbst berechnen läßt, hat Thomas in Heft 3 des „Funk", Jahr 1927, auf Seite 45 erläutert.

Ergeben sich nun für einen Sender zwei Einstellungen des Oszillatorkreises, dann muß andererseits auch die Möglichkeit vorliegen, daß eine Stellung des Oszillators die passende Zwischenfrequenz mit zwei weit auseinanderliegenden Stationen ergibt. Diese Frage mit ihren Konsequenzen soll hier erörtert werden.

Zunächst wieder ein Beispiel: Wir benutzen die Zwischenfrequenz 5000 m = 60 kHertz. Auf sie sind unsere Transformatoren scharf abgestimmt. Nun stellen wir Frankfurt (700 kHertz) ein. Das kann an zwei Punkten des Oszillator-Kondensators geschehen, einem „oberen" mit längerer Welle und niedrigerer Frequenz, 640 kHertz, den wir mit Punkt I bezeichnen wollen, und einem „unteren" mit kürzerer Welle und höherer Frequenz, 760 kHertz (Punkt II). Die am Punkt I erzeugte Zusatzfrequenz 640 kHertz des Oszillators interferiert nun nicht nur mit 700 kHertz, sondern auch mit 580 kHertz zu unserer Zwischenfrequenz 60 kHertz. 580 kHertz ist die Frequenz des Senders Wien-Stubenring. Stellen wir also unseren Oszillator auf Punkt I, dann müssen wir sowohl Frankfurt, als auch Wien hören, je nachdem, ob wir mit dem ersten Kondensator unseres Empfängers den Rahmen oder die Antenne auf die passende Wellenlänge abstimmen. Dabei zeigt sich bald, daß die Siebkraft dieses einen Kreises nicht genügt, um die nicht gewünschte andere Station soweit zu dämpfen, daß die geringen durchdringenden Energien von dem nachfolgenden vierfachen Hochfrequenzverstärker nicht doch ebenfalls hörbar gemacht werden. Auch wenn wir versuchen, mit dem Rahmen zu peilen, wird Wien am Punkt I so stark durchschlagen, daß Frankfurt erheblich gestört wird und wir nur dann einen einigermaßen ungestörten Empfang erzielen können, wenn das Potentiometer nach der Plus-Seite gedreht und damit



Lautstärke und Empfindlichkeit des Zwischenfrequenzverstärkers stark reduziert wird. Wir versuchen deshalb, Frankfurt am Punkt II einzustellen. Der Oszillator erzeugt hier 760 kHertz. Und diese ergeben nun wieder auch mit Leipzig (820 kHertz) unsere Zwischenfrequenz 60 kHertz, so daß dieser starke Sender ebenfalls durchschlägt.

So steht denn der Bastler vor der überraschenden Tatsache, daß er mit seinem an sich höchst selektiven Empfänger, der die dicht benachbarten Stationen glatt aussiebt, von zwei scheinbar weit abliegenden Sendern empfindlich gestört wird.

Frankfurt (700 kH) { Punkt I 640 kH.... Wien (580 kH)
Frankfurt (700 kH) { Punkt II 760 kH.... Leipzig (820 kH).

Die neue Welleneinteilung läßt nun bedauerlicherweise diese Schwäche des Transponierungsprinzips besonders stark hervortreten. Sie verteilt die Sender in gleichmäßigen Abständen von 10 kHertz auf dem Wellenband und diese müssen

[5]) Phys. Zeitschr. 22, 487, 1921.
[1]) Vgl. die Tabelle in Heft 46, Jahr 1926, Seite 572/73.

deshalb stets symmetrisch zu jeder Einstellung des Oszillators liegen. Wie sich leicht durch eine kurze Rechnung zeigen läßt, stellt man am Oszillator bei dieser Wellenverteilung unter Benutzung der Zwischenfrequenzen 80, 70, 60, 50, 40 usw. stets gleichzeitig genau zwei Stationen ein, so daß es nur von der Stärke des anderen miteingestellten Senders abhängt, ob wir die gewünschte Station einigermaßen störungsfrei hören können. So muß z. B. bei unserer Zwischenfrequenz 5000, beim Empfang von Glasgow (740 kHertz) am Punkt I Berlin und am Punkt II Prag durchschlagen.

Nun stellt die genaue Zwischenfrequenz 60 kHertz einen Fall dar, den wir in der Praxis kaum erreichen können. Treffen wir daher bei der Abstimmung unserer Transformatoren etwa eine Welle von 4950 m = 60,5 kHertz, dann verschiebt sich unser erstes Beispiel folgendermaßen:

Frankfurt[2]) (700 kH) { Punkt I 639,5 ←→ 640,5 Wien
{ Punkt II 760,5 ←→ 759,5 Leipzig,

Die beiden Wellenzüge von Frankfurt und Wien oder von Leipzig und Frankfurt werden somit zu zwei Frequenzen transponiert, die 1000 Schwingungen Differenz (←→) aufweisen und sich daher ihrerseits zu einem hörbaren Pfeifton dieser Tonhöhe überlagern müssen! Nun zeigt es sich, daß auch bei weit schwächeren durchschlagenden Stationen, als im obigen Beispiel, deren Modulation durch den Rahmenkreis ausgesiebt wird, doch noch so viel von der Trägerfrequenz selbst durchdringt, daß er von dem folgenden vierfachen Hoch- und womöglich zweifachen Niederfrequenzverstärker verstärkt im Lautsprecher als lästiger Pfeifton erscheint. Der Bastler ist dann leicht geneigt, diese Erscheinung als Interferenz zweier eng benachbarter Stationen aufzufassen und als Mangel der neuen Welleneinteilung zu buchen. Andererseits erkennt man diese nur durch das Transponierungsprinzip hervorgerufene Pseudo-Überlagerung leicht daran, daß der Ton beim Verstellen des Oszillators die Tonhöhe aus physikalisch leicht erklärbarem Grunde wie ein Rückkoppelungspfeifen ändert, während eine echte Überlagerung zweier Sender selbst bei dieser Manipulation die Tonhöhe nicht wechselt. (Voraussetzung dabei ist allerdings, daß das Potentiometer soweit nach + gedreht wird, daß sicher keine Röhre des Zwischenfrequenzverstärkers in Schwingung ist und so schon bei einer Station ein Pfeifton entsteht!) Daß diese Erscheinung durch die durchschlagende Trägerfrequenz der anderen am Oszillator miteingestellten Station hervorgerufen wird, läßt sich leicht durch abwechselnde Abstimmung des Rahmenkreises auf einen der beiden Sender, durch Peilen mit dem Rahmen und dgl. nachweisen. Der beste Beweis ist auch das sofortige Verschwinden dieses Tones, wenn die andere durchschlagende Station den Betrieb einstellt.

Man kann leicht berechnen, daß ein solcher Ton bei weiterer Vergrößerung der Zwischenfrequenz auf 65 kHertz bis zur Tonhöhe 10 000 ansteigt, um dann wieder abzunehmen und bei 70 kHertz zu verschwinden. Hier finden wir dann wieder ähnliche Verhältnisse wie bei 60 kHertz, jedoch wird Frankfurt nun an Punkt I durch Riga und Punkt II durch London gestört. Analoge Verhältnisse zeigen die Zwischenfrequenzen 55, 50, 45 kHertz usw. Obendrein rücken aber die beiden jeweilig mit dem Oszillator auf einmal eingestellten Sender immer näher in der Wellenlänge zusammen, so daß die Schwierigkeiten bei ihrer Trennung durch den — einen — Rahmenkreis wachsen. Bei 30 kHertz würde unser Beispiel wie folgt ausfallen:

Frankfurt (700 kH) { Punkt I 670 kH 670 = Langenberg (640 kH)
{ Punkt II 730 kH 730 = Hamburg (760 kH).

Dabei bleibt natürlich auch bei diesen Zwischenfrequenzen die obenerwähnte fatale Tatsache bestehen, daß die Sender — in ihrer neuen Verteilung mit gleichem Abstand — stets symmetrisch nach oben und unten von der gerade eingestellten Oszillatorschwingung überlagert werden und dadurch bei jeder Station eine zweite, störende, mit eingestellt wird[3]).

Wie kann sich nun der Bastler gegen diese Durchbrechung der an und für sich hohen Selektivität seines Gerätes schützen?

Der erste Weg ist der, die Abstimmung der Transformatoren so vorzunehmen, daß die eingestellte Zwischenfrequenz 65, 55, 45 usw. beträgt. Hörbare Pfeiftöne werden dadurch vermieden und die beiden zusammen eingestellten Stationen um 10 kHertz auseinandergerückt, so daß die zweite durch die Siebkraft der vier Zwischenfrequenzstufen stark gedämpft wird. Störung durch starke Stationen lassen sich auf diesem Wege jedoch kaum beseitigen.

Der zweite und beste Weg ist der Einbau einer Hochfrequenzstufe vor den Oszillator. Sie steigert die Selektivität des Rahmenkreises selbst so sehr, daß die zweite miteingestellte Station nicht mehr bis zum Oszillator durchdringen kann.

Das läßt sich nun auch nachträglich gar nicht so schwierig durchführen, wie es zunächst scheint. Wohl an jedem Transponierungsempfänger ist von vornherein eine Schaltung vorgesehen für den Empfang mit aperiodischer Antenne. Wir montieren uns nun in einem kleinen Kästchen, das wir dicht neben den eigentlichen Empfänger stellen, einen Drehkondensator guten Fabrikates, eine Röhre nebst Heizwiderstand und den Anschlüssen für den Rahmen und die Heizung und führen die Anodenleitung der Röhre zu einem Stecker, den wir in die Buchse der aperiodischen Antenne des eigentlichen Empfängers stöpseln. Vorher lösen wir in diesem die etwa vorhandene Verbindung ihres anderen Endes mit der negativen Heizleitung (!) und stöpseln in die Buchse „Erde" eine neue Anodenzuführung oder verbinden diese Stelle im Empfänger mit irgendeiner Anodenleitung von passender Spannung. Ganz gleichgültig, ob es sich um einen Superhet, Ultradyne oder Tropadyne handelt, erhalten wir die Schaltung, wie sie die Abb. zeigt[4]).

Das Beste ist natürlich der Einbau einer solchen Vorröhre von vornherein in den Empfänger selbst, jedoch läßt sie sich, wie ich aus eigener Erfahrung versichern kann, ohne merkbaren Nachteil nachträglich, wie oben beschrieben, in einem besonderen Kästchen anfügen.

Da diese Vorröhre u. U. zur Selbsterregung neigt, empfiehlt sich neben niedriger Anodenspannung eine variabele Kopplung z. B. mit Ledionspulen von primär 20 und sekundär etwa 50 Windungen.

Die Lautstärke sowieso schon stark einfallender Stationen wird durch dieses Vorgerät nur wenig gehoben, die ferner und schwacher Sender aber ganz erheblich. Besonders auffallend erwies sich seine Wirkung beim Empfang der langen Wellen mit kleinem Rahmen und Verlängerungsspule, eine Kombination, die ja nur geringe Aufnahmefähigkeit zeigt. Es empfiehlt sich daher, im Gitterkreis der Vorröhre zwei Buchsen (ST) für eine einzusteckende Verlängerungsspule vorzusehen, vorausgesetzt, daß der eigentliche Empfänger für den Empfang langer Wellen eingerichtet ist.

Das nunmehr jedem Anspruch genügende Gerät läßt sich nach Eichung des ersten Kondensators am Hauptempfänger und des Oszillators durchaus leicht bedienen. Der im Rahmen liegende Kondensator der Vorröhre kann ebenfalls geeicht werden, nötig ist es kaum. Die Eichung selbst ist viel einfacher und auch sicherer, als vorher, da wir nie wissen konnten, ob wir die gewünschte oder die zur betr. Oszillatorstellung gehörende andere Station hörten, ganz abgesehen von Pfeiftönen, die nunmehr nur von überstarken Sendern, wie Langenberg und Wien, her ganz schwach auftreten können.

[2]) Die Zusatzfrequenz 639,5 interferiert also mit Frankfurt zu 60,5, gleichzeitig auch mit Wien zu 59,5 kHertz.

[3]) An diesen Verhältnissen ändert sich natürlich gar nichts, wenn man nicht die Oszillatorschwingung selbst, sondern ihre zweite Harmonische zur Überlagerung verwendet.

[4]) Eine ähnliche Anordnung, mit Neutralisation, hat Deinert in Heft 2 des „Funk", Jahr 1927, Seite 21, beschrieben, ohne auf den dominierenden Vorzug dieser Vorröhre hinzuweisen.

Ein Rückkopplungsempfänger mit einer Mehrfachröhre

Von
Obering. F. Gabriel, Berlin-Friedenau.

Die Loewe-Mehrfachröhre 3 NF soll ihrer Bezeichnung nach ausgangsseitig zur Betätigung von Niederfrequenzeinrichtungen dienen, also z. B zum Anschluß eines Telephons oder eines Lautsprechers. Damit ist aber nicht gesagt, daß die Röhre im Anodenkreis ihres dritten Systems nur reine Niederfrequenz aufweist. Sie liefert tatsächlich neben der Niederfrequenz auch in erheblichem Maße gleichgerichtete Hochfrequenz, die natürlich ebenso moduliert ist wie die dem Eingangsgitter aufgedrückte hochfrequente Wechselspannung.

Wenn der an der Ausgangsseite der Röhre auftretende Anteil an Hochfrequenz nur genügend groß ist im Vergleich zu dem Anteil an reiner Niederfrequenz, so muß es offenbar möglich sein, diese Hochfrequenz auf den Eingangskreis am Gitter des ersten Systems der Röhre zurückzukoppeln. Doch ist dabei der Phasenunterschied der Hochfrequenzspannungen an der dritten Anode gegenüber denen an den verschiedenen Punkten des ersten Gitterkreises zu beachten.

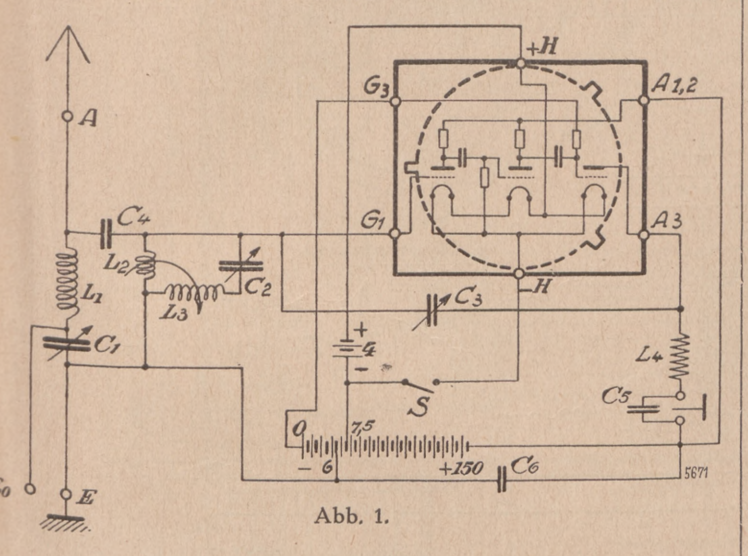


Abb. 1.

Die Versuche haben ergeben, daß die Rückkopplung der Loewe-Mehrfachröhre 3 NF sich mit ausgezeichneter Wirkung ausführen läßt, und zwar am bequemsten, indem man sehr einfach die Anode des dritten Systems (A_3) über einen veränderlichen Kondensator passender Gesamtkapazität mit dem Gitter des ersten Systems (G_1) verbindet.

Mit einer einzigen auf diese Weise rückgekoppelten Loewe-Mehrfachröhre 3 NF und mit Anwendung einer selektiven Antennenankopplung sowie eines Kurzschluß-Sperrkreises zur Ausschaltung des Ortssenders kann man einen kleinen Fernempfänger bauen, der z. B. hier in Berlin alle europäischen Sender an einer mittelguten Hochantenne mit voller Kopfhörerlautstärke zu hören gestattet, während der Sender in Witzleben arbeitet. Bei den nähergelegenen und bei den starken Sendern, so bei Leipzig, Hamburg, Stuttgart usw., reicht die Empfangsenergie zum Betriebe eines Lautsprechers aus, sofern die Hochantenne als gut bezeichnet werden kann. Der Empfang ist völlig verzerrungsfrei, wenn man mit der Rückkopplung unterhalb des Schwingeinsatzes bleibt, was leicht zu erreichen ist, da die Schwingung der Loewe-Mehrfachröhre 3 NF bei der angegebenen Rückkopplungsschaltung sehr weich einsetzt.

Der kleine Empfänger gewährt weiterhin den Vorteil einer ganz außerordentlich einfachen Bedienung. Von den drei Drehkondensatoren, die der Empfänger hat, ist der des Sperrkreises (C_1) überhaupt nur einmal, nämlich vor dem Übergang vom Ortsempfang zum Fernempfang, einzustellen, damit der Ortssender ausgeschaltet wird, und bleibt während des Fernempfanges dauernd in dieser Stellung stehen. Der zweite Drehkondensator (C_2) dient zur Abstimmung auf den zu empfangenden fernen Sender; er muß unbedingt Feineinstellung besitzen, wenn die Leistungsfähigkeit des Gerätes voll zur Geltung kommen soll, d. h. wenn man in jedem Falle die größtmögliche verzerrungsfreie Lautstärke erreichen will. Dagegen ist für den dritten zur Regelung der Rückkopplung dienenden Drehkondensator (C_3) wie für den ersten (C_1) eine Feineinstellung nicht erforderlich. Die Einstellung des Rückkopplungskondensators ist im übrigen beim Übergang von einer Wellenlänge zur anderen um so weniger zu verändern, je dämpfungsärmer die benutzten Spulen sind. Der Wellenbereich kann u. U. durch Umtausch einer einzigen Spule gewählt werden.

Abb. 1 zeigt die Schaltung des Empfängers. L_1, C_1 bezeichnen die Spule und den Drehkondensator (500 cm) des Kurzschluß-Sperrkreises, der die Antennenzuführung A und die Erdleitung E verbindet. Für L_1 ist eine Spule von 50 oder 75 Windungen (Korbspule der Charlottenburger Motorenwerke) zu nehmen, sofern es sich um die Aussperrung von Sendern im Rundfunkwellenbereich handelt, dagegen eine Spule von 100 bis 150 Windungen, wenn etwa der Sender in Königswusterhausen ausgesperrt werden soll. Im übrigen entfernt man sonst beim Empfang von Wellenlängen über 1000 m am besten die Spule L_1 ganz.

Der Schwingungskreis am Eingangsgitter (G_1) der Mehrfachröhre, der die Spulen L_2, L_3 und den Drehkondensator C_2 (500 cm) mit Feineinstellung umfaßt, ist einerseits sehr lose über einen Blockkondensator (C_4) von nur etwa 50 cm Kapazität mit der Antenne gekoppelt und andererseits mit der Erdleitung verbunden. Es ist nicht unbedingt erforderlich, zwei Spulen in diesem Schwingungskreise zu verwenden. Die Spule L_3 kann fortgelassen und der Drehkondensator C_2 unmittelbar an die Spule L_2 angeschlossen werden. Dann hat man den oben erwähnten Fall, daß durch Umtausch von nur einer Spule der Wellenbereich zu bestimmen ist. Durch Unterteilung in zwei Spulen, die am besten so miteinander gekoppelt sind, daß ihre Felder sich gegenseitig verstärken, gewinnt man jedoch den Vorteil, die Selektivität des Gerätes beliebig steigern zu können.

Schließt man beispielsweise die für die Spule L_3 vorgesehene Steckbuchse mit Hilfe eines Doppelsteckers kurz und setzt eine Spule L_2 von 75 Windungen ein, so hat man eine normale Selektivität des Gerätes, die etwa der eines mit Sperrkreis versehenen Sekundäraudions entspricht. Wünscht man eine noch höhere Selektivität für etwa den gleichen Wellenlängenbereich zu erhalten, um Sender eng benachbarter Wellenlängen trennen zu können, so setze man eine Spule L_2 von 25 und eine Spule L_3 von 50 Windungen ein. Bei dieser Anordnung erfordert der Schwingeinsatz der Rückkopplung aber die Einstellung einer größeren Kapazität des Drehkondensators C_3; außerdem muß eine Verringerung an Lautstärke in Kauf genommen werden. Es ist dringend zu empfehlen, für L_2 und L_3 nur dämpfungsarme Spulen zu nehmen.

Der Rückkopplungskondensator C_3 verbindet die Ausgangsanode (A_3) der Dreifachröhre mit ihrem Eingangsgitter (G_1). Er muß eine Gesamtkapazität von etwa 100 cm haben. Man nimmt zu seiner Herstellung am besten einen guten 500 cm-Drehkondensator auseinander und baut ihn dann mit verdoppelten Plattenabständen wieder zusammen, und zwar etwa aus fünf festen und vier beweglichen Platten. Der

Rückkopplungskondensator sollte eine möglichst geringe Minimalkapazität haben, was gegebenenfalls durch Beschneiden der Platten, d. h. Verringerung ihres Winkels auf weniger als 180 Grad, herbeizuführen ist.

Es ist selbstverständlich, daß die gewünschte lose Ankopplung des Schwingungskreises L_2, L_3 und C_2 an die Antenne (mit Hilfe des Blockkondensators C_4) nur erreicht wird, wenn alle Anordnungen so getroffen sind, daß zwischen den Teilen des Schwingungskreises L_2, L_3 und C_2 einerseits und der Antenne sowie den Teilen des Sperrkreises L_1, C_1 andererseits keine wesentlichen Kapazitäten vorhanden sind. Ebenso dürfen die Verbindungsleitungen des Rückkopplungskondensators C_3 keine wesentlichen Kapazitäten gegenüber dem Schwingungskreise L_2, L_3, C_2 besitzen. Schließlich sollen von den Spulen nur L_2 und L_3 aufeinanderwirken.

Um eine zur Rückkopplung hinreichende Hochfrequenzspannung an der Ausgangsanode (A_3) der Mehrfachröhre zu bekommen, ist eine Drosselspule L_4 in der Anodenleitung erforderlich; sie besteht am günstigsten aus einer Honigwabenspule von 700 Windungen.

Alle sonst noch notwendigen Leitungen und Anschlüsse sind aus der Abb. 1 zu entnehmen, in der „S" einen Schalter bedeutet, mit dem die Zuführung des Heizstromes und damit zugleich der Verbrauch an Anodenstrom unterbrochen werden können. C_5 ist ein Telephonblockkondensator von wenigstens 2000 cm und C_6 ein Blockkondensator von 2 μF zur Überbrückung der Anodenbatterie für die Niederfrequenz. Der Anschluß E_0 ist an Stelle von E mit der Erdleitung zu verbinden, wenn Empfang des Ortssenders gewünscht wird; die Spule L_1 braucht dabei nicht entfernt zu werden. Es empfiehlt sich, als Anodenbatterie eine solche von 150 Volt Gesamtspannung zu verwenden; der Heizakkumulator muß 4 Volt haben, also aus zwei Zellen bestehen, wie für alle Loewe-Mehrfachröhren.

Die Spulen L_2 und L_3 nehmen, wenn nicht besondere Maßnahmen getroffen werden, schon für sich so viel Energie des Ortssenders auf, daß dieser trotz des Sperrkreises noch ganz schwach hörbar bleibt. Es ist daher ratsam, entweder den ganzen Kasten zum Einbau des Empfängers mit Blech auszuschlagen und die Spulen L_2 und L_3 dann mit im Kasten anzuordnen, oder aber die Spulen mit einer besonderen Blechhaube zu bedecken. Ebenso ist es für die Erleichterung der Einstellung des Empfängers von größtem Wert, die Einwirkung der Handkapazität bei der Einstellung unwirksam zu haben. Dies ist durch irgendwelche Abschirmung der Platte, an der sich die Bedienungsknöpfe der Drehkondensatoren befinden, im vorliegenden Falle niemals genügend erreichbar, weil die Rotoren über Spulen an Erde liegen. Man erlangt jedoch eine völlige Unabhängigkeit von der Handkapazität, wenn man die Drehkondensatoren von ihren Bedienungsknöpfen durch lange Wellen aus Isoliermaterial trennt.

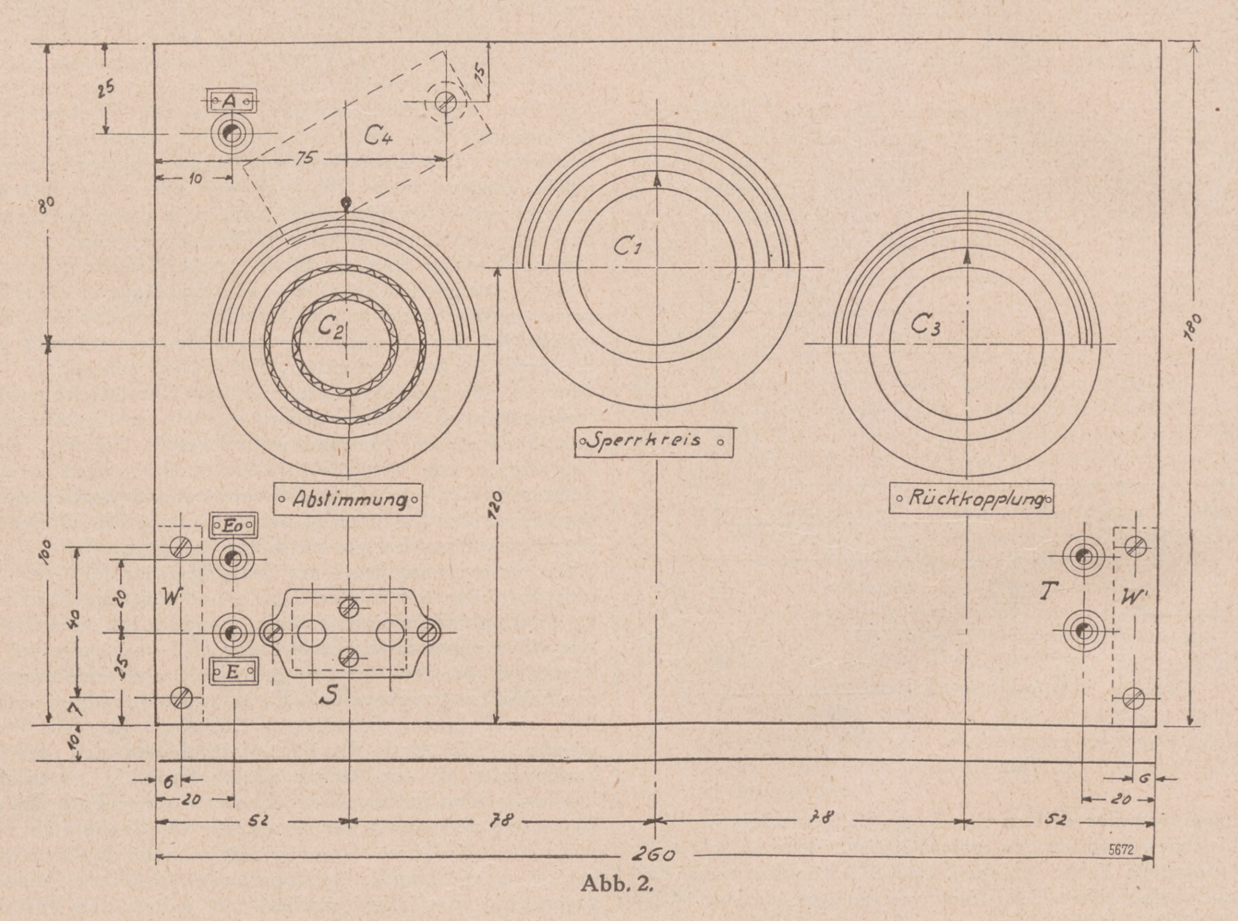


Abb. 2.

Die Abb. 2 bis 8 zeigen nun den Aufbau eines Rückkopplungsempfängers mit einer Loewe-Mehrfachröhre 3 NF, unter Berücksichtigung aller vorstehend dargelegten Gesichtspunkte.

Abb. 2 gibt zunächst die Frontplatte des Apparates wieder, mit allen zum Anreißen erforderlichen Maßen. Bei dieser Zeichnung ist vorausgesetzt, daß die Pertinaxplatte von 260 × 180 mm auf das am besten querverleimte hölzerne Grundbrett aufgesetzt und mit zwei Messingwinkeln W an ihm befestigt wird. Natürlich kann man statt dessen auch die Pertinaxplatte so befestigen, daß sie das Grundbrett verdeckt; dann muß die Pertinaxplatte für ein 15 mm starkes Grundbrett 260 × 195 mm groß gemacht werden.

A, E und E_0 sind die Steckbuchsen für den Anschluß der Antennen- und Erdleitung, T die Steckbuchsen für den Anschluß des Telephons oder Lautsprechers. Mit S ist der Druckknopfschalter bezeichnet. Außerdem sind die Drehknöpfe C_1, C_2 (dieser mit Feineinstellknopf in der Mitte) und C_3 der drei Drehkondensatoren gezeichnet und die

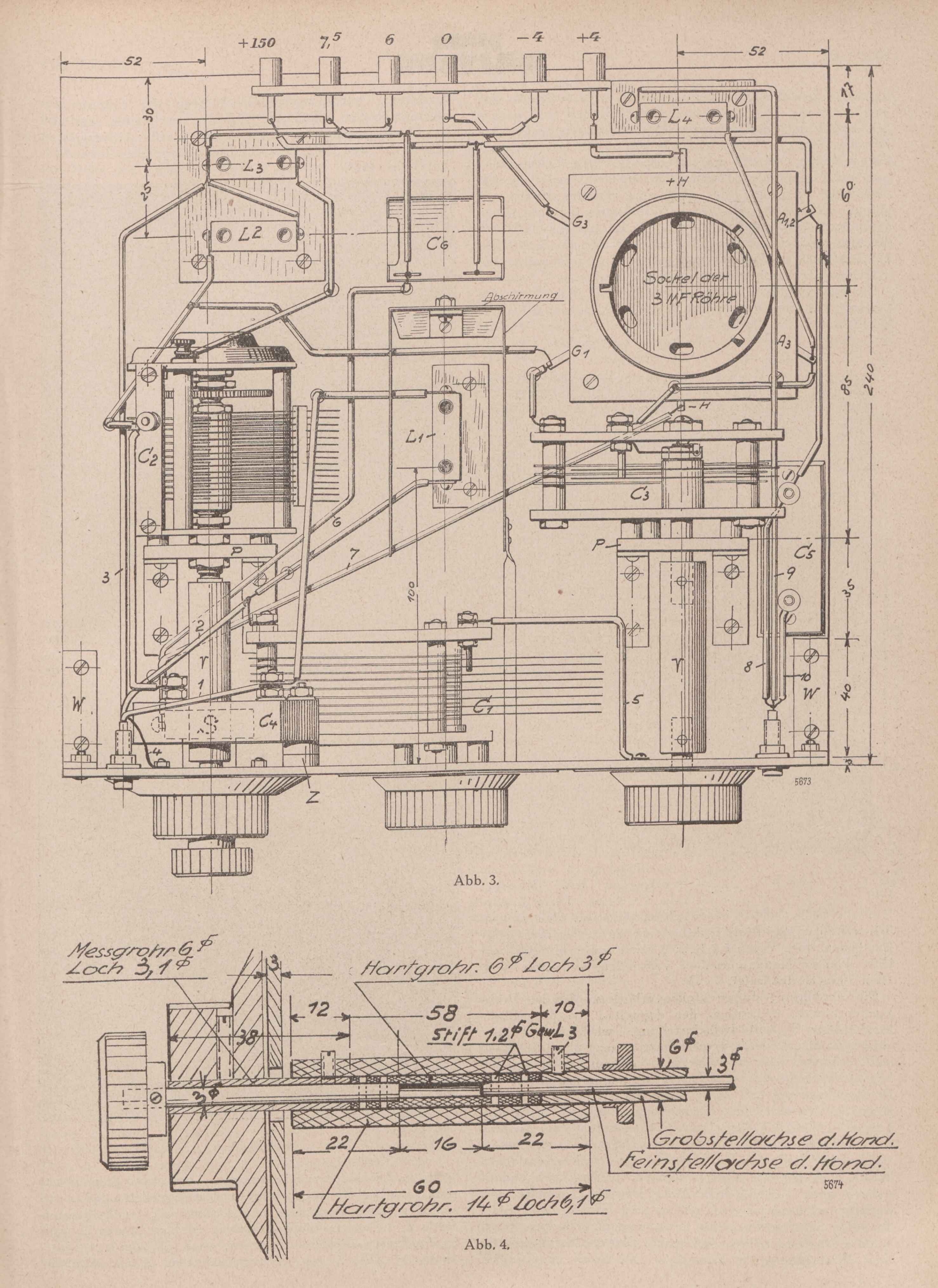

+150
7,5
6
0
-4
+4
52
52
30
25
60
85
240
35
40
L3
L2
L4
C6
G3
+H
A1,2
Abschirmung
Sockel der
3 NF Röhre
G1
A3
L1
-H
C'2
C3
P
C'5
3
6
7
100
9
2
1
8
10
W
W
C4
C1
5
4
Z
5673
Messgrohr 6 Φ
Loch 3,1 Φ
3
Hartgrohr. 6 Φ Loch 3 Φ
12
58
10
38
Stift 1,2 Φ Gew.L 3
6 Φ
3 Φ
3 Φ
22
16
22
Grobstellachse d. Kond.
Feinstellachse d. Kond.
60
Hartgrohr. 14 Φ Loch 6,1 Φ
5674

Abb. 3.

Abb. 4.

Lage des Blockkondensators C_4 hinter der Frontplatte angegeben.

Abb. 3 bringt in Form eines Aufrisses den von oben gesehenen Gesamtaufbau aller Teile mit sämtlichen erforderlichen Maßen und gibt zugleich die günstigste Leitungsführung an. Damit diese Leitungsführung dem Leser aus der Zeichnung vollständig klar wird, sind alle die Stellen mit kleinen Kreisen bezeichnet, an denen eine Leitung senkrecht (zur Zeichenebene) absteigt. Im übrigen läßt die Zeichnung ohne weiteres erkennen, wie sich die Leitungen überkreuzen. Es dürfte mithin genügen, auf die Punkte hinzuweisen, die besonderer Beachtung bedürfen.

Die Leitung 1 ist an der Steckbuchse A anzulöten, die Leitung 2 an der Steckbuchse E_0 und die Leitung 3 an der Steckbuchse E. Weiterhin verbindet die Leitung 4 eben diese Steckbuchse mit der Abschirmplatte aus Zinkblech, mit der die Rückseite der Frontplatte zu bedecken ist. An dieses Zinkblech ist durch die Leitung 5 auch der Rotor des Drehkondensators C_1 anzuschließen. Die Leitungen 6 und 7 führen über den Druckknopfschalter S. Zur unteren Telephonbuchse gehört die Leitung 8, dagegen zur oberen die Leitungen 9 und 10.

Abb. 5.

Während der Drehkondensator C_1 unmittelbar an der Frontplatte sitzt, sind die Drehkondensatoren C_2 und C_3 an zwei besonderen kleinen Pertinaxplatten P der Größe 50 × 120 mm befestigt, die mit Hilfe von Messingwinkeln an das Grundbrett geschraubt sind. Der verwendete Drehkondensator C_2 besitzt ein Zahnrädergetriebe zur Feineinstellung und dementsprechend zwei ineinandergeführte Wellen von 6 und 3 mm Stärke. Die Drehknöpfe der beiden Drehkondensatoren C_2 und C_3 befinden sich auf kurzen Stücken Rundmessing von wiederum 6 und 3 mm Durchmesser bzw. Messingrohr 6 × 3 mm. Diese Ersatzachsen sind mit den eigentlichen Achsen der Drehkondensatoren durch Pertinax- oder Hartgummirohre V von 6,1 bzw. 3,0 mm weiter Bohrung mit Hilfe kleiner Madenschrauben verbunden, wie Abb. 4 in allen Einzelheiten zeigt.

Die Ausführung dieser Wellenverlängerungen der Drehkondensatoren, namentlich der doppelten bei dem Drehkondensator C_2 mit Feineinstellung, wird dem Bastler einiges Kopfzerbrechen verursachen; er mag aber die Mühe nicht scheuen, denn sie lohnt sich durchaus. Wer sich die Sache jedoch etwas vereinfachen will, kann an Stelle des Drehkondensators mit eingebauter Zahnrad-Feineinstellung einen Kondensator ohne Feineinstellung und an Stelle des doppelten Drehknopfes einen solchen mit Feineinstellung wie etwa den der Nürnberger Schraubenfabrik verwenden.

An dieser Stelle soll den Fabriken, die Drehkondensatoren liefern, die Anregung gegeben werden, für ihre Drehkondensatoren auch Verlängerungsstücke für die Drehachse aus Isoliermaterial herzustellen und in den Handel zu bringen. Bei allen mit Rückkopplung versehenen Schaltungen, nicht nur bei der hier vorliegenden, macht sich die Handkapazität trotz Hinterlegung der Frontplatte mit Blech unangenehm bemerkbar, selbst wenn die Rotoren der Drehkondensatoren mit dem Blech richtig leitend verbunden sind und das Blech geerdet ist. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß der Erdungsanschluß des Apparates stets doch

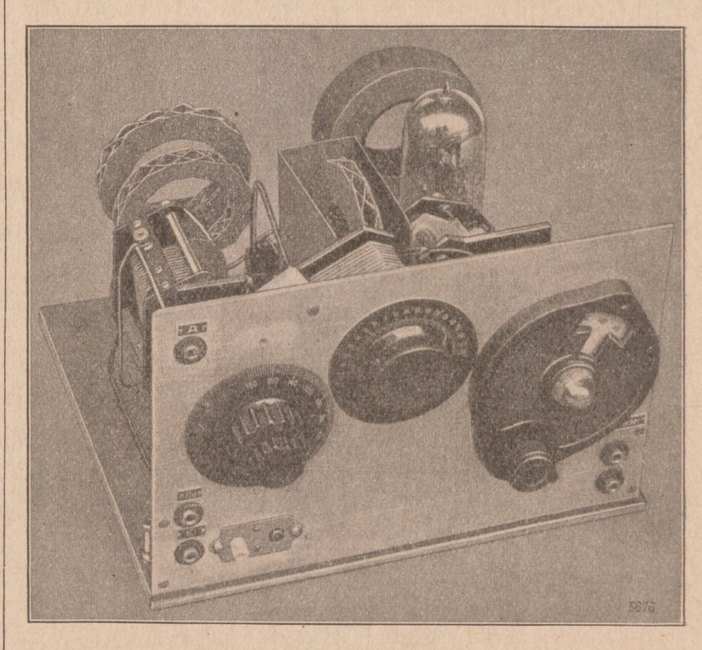


Abb. 6.

noch erhebliche Selbstinduktion besitzt. Daher läßt sich das Höchstmaß an Leistung aus allen Rückkopplungsempfängern nur dann herausholen, wenn die Bedienungsknöpfe der Drehkondensatoren von diesen durch isolierende Drehachsenverlängerungen so weit getrennt sind, daß die Handkapazität nicht mehr merklich wirksam werden kann.

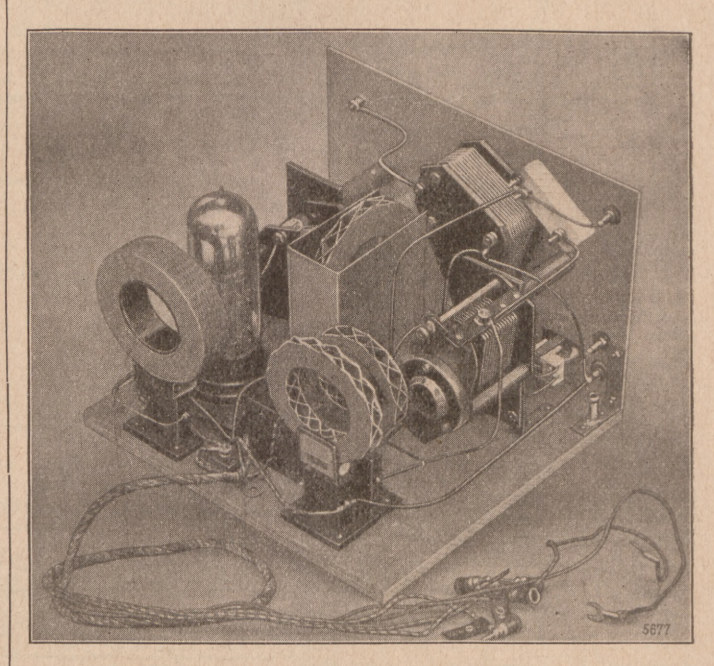


Abb. 7.

Wenn der K u r z s c h l u ß s p e r r k r e i s des Empfängers eine scharf abstimmbare und möglichst vollständige Aussperrung des Ortssenders ermöglichen soll, so darf seine Spule L_1 keine merkliche Kopplung mit den Spulen L_2 und L_3 besitzen. Dies zu erreichen, wird die Spule L_1 von einem in Abb. 5 gesondert gezeichneten Blech umgeben,

das in Abb. 3 als „Abschirmung" bezeichnet ist. Dieses Blech ist durch einen gekröpften schmalen Blechstreifen mit dem geerdeten Blech hinter der Frontplatte verbunden.

Damit die Kapazität des Blockkondensators C_4 infolge der Nähe des soeben erwähnten Bleches hinter der Frontplatte keine wesentliche Vergrößerung erfährt, ist er auf zwei Ringen Z aus Pertinax oder anderem Isoliermaterial befestigt.

Die Lichtbilder zeigen den fertigen Empfänger von der Frontplattenseite (Abb. 6) und von der Rückseite (Abb. 7 und 8), einmal mit Spulen und Röhre und andererseits ohne diese. (Der Rückkopplungskondensator ist auf diesen Bildern mit einer NSF-Feineinstellung versehen, die indessen nicht erforderlich ist.) Der Empfänger paßt in einen vorne offenen Holzkasten, der vollständig mit dünnem Blech ausgeschlagen ist.

schlußsperrkreis. Vor dieser Einstellung bringt man am besten den Rückkopplungskondensator C_3 auf 0 und den Abstimmkondensator C_2 nahezu auf die Wellenlänge des Ortssenders.

Hieraus wird man, sofern eine gute Antenne zur Verfügung steht, schon eine Reihe stärkerer Sender ohne Benutzung der Rückkopplung im Telephon hören können. Das Einsetzen der Rückkopplung ist leicht an einer Veränderung der Geräusche im Telephon zu erkennen. Macht sich dann ein Sender durch das Überlagerungspfeifen bemerkbar, so drehe man die Rückkopplung zurück, bis das Pfeifen in ein dumpfes Rauschen übergeht. Verändert man nun die Abstimmung nach der tiefsten Tonfarbe des Rauschens hin, was aber äußerst vorsichtig und langsam geschehen muß, so wird jetzt die Modulation des Senders, also die Sprache oder der Gesang bzw. die Musik, zutage treten. Besonders

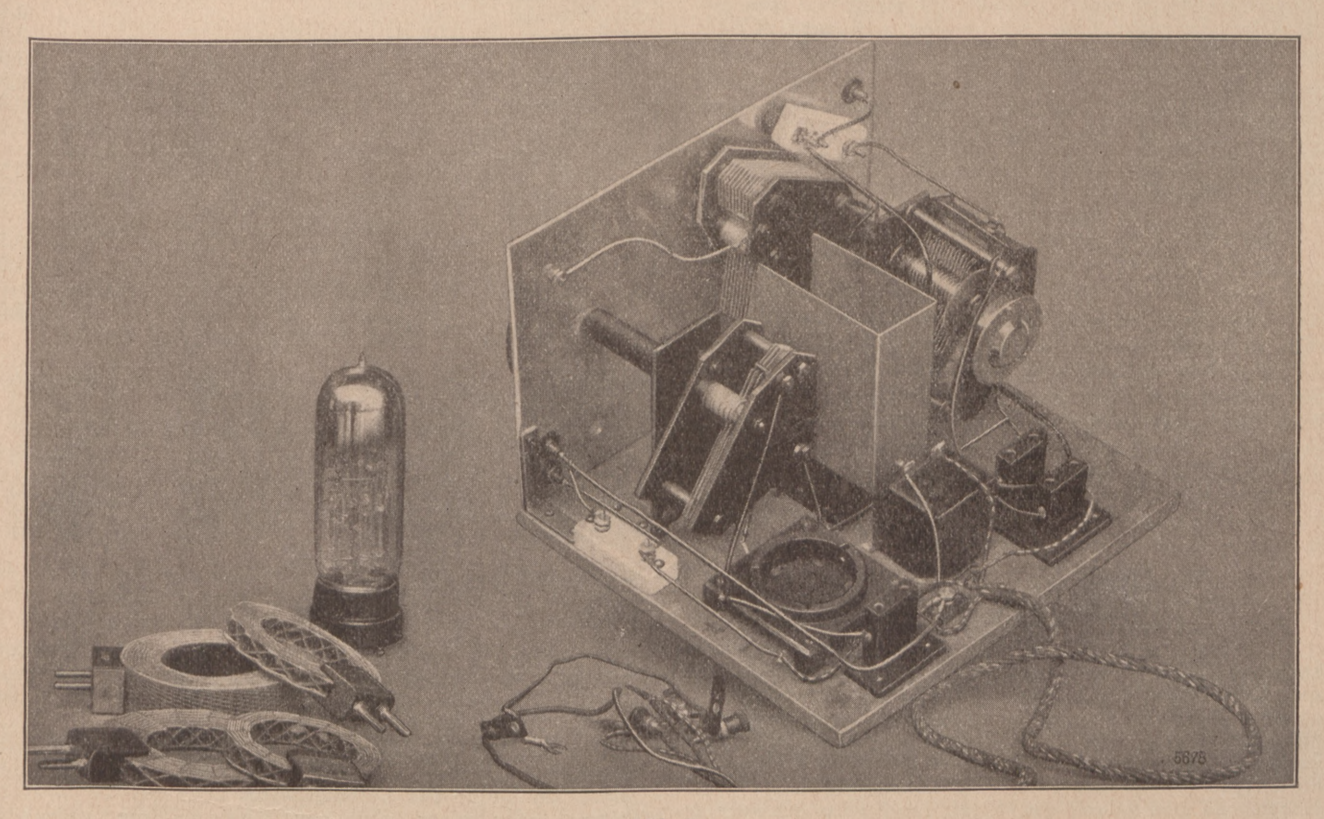


Abb. 8.

Im Rundfunkwellenbereich sind folgende Spulen oder Spulenkombinationen zu benutzen:

Spule L_1 50 oder 75 Windungen;
Spule L_2 35 oder 50 oder 75 Windungen;
Spulensockel für L_3 kurzgeschlossen.

Für größere Selektivität:

Spule L_2 25, L_3 25 Windungen, oder
Spule L_2 35, L_3 35 Windungen.

Für noch größere Selektivität:

Spule L_2 25, L_3 35 oder 50 Windungen.

Für die Bereiche höherer Wellenlänge nehme man für L_2 und L_3 Spulen gleicher Windungszahl, etwa 75 und 75, oder 100 und 100 Windungen. Man wird finden, daß bei diesen größeren Wellenlängen die Rückkopplung schon bei sehr kleinen Einstellwerten des Rückkopplungskondensators einsetzt, selbst, wenn dem Rückkopplungskondensator C_3 durch entsprechendes Beschneiden der Platten eine kleine Anfangskapazität gegeben ist. Daher tut man gut, in dem Bereiche höherer Wellenlänge die Anodenspannung auf etwa 90 Volt oder noch tiefer herabzusetzen.

Eine vollständige Aussperrung des Ortssenders erfordert eine sehr genaue Einstellung des Kondensators C_1 im Kurz-

sei darauf hingewiesen, daß bei zu starker Rückkopplung immer nur das Überlagerungspfeifen, niemals jedoch die Modulation des gesuchten Senders hörbar sind. Es ist nur Sache geringer Übung, daß man bald die einfache Handhabung des geschilderten Empfangsgerätes so beherrscht, daß man größere Sender im Lautsprecher wiederzugeben vermag.

Die Leistungsfähigkeit des kleinen Rückkopplungsempfängers mit einer Loewe-Mehrfachröhre 3 NF ist bei sorgfältiger Herstellung überraschend und wird jedem Bastler, der sich das Gerät baut, sicher viel Freude bereiten. Jedenfalls gelang es, mit einem Gerät der beschriebenen Art in einer Nacht, in der gutes Funkwetter herrschte, gegen ½3 Uhr mehrere amerikanische Stationen sehr klar zu empfangen. Wie die nachstehende Liste der erforderlichen Einzelteile zeigt, stellen sich die Kosten eines fertigen Empfängers einschl. eines mit Blech ausgeschlagenen Kastens und der nötigen Spulen auf etwa 100 Mark.

Mancher Bastler in den Städten, in denen es keinen Ortssender gibt, oder auf dem freien Lande, wird vielleicht gern auf den Sperrkreis verzichten wollen, obgleich er auch unter diesen Umständen sehr nützlich sein kann, so zum

Beispiel wenn etwa Berlin und Langenberg sauber voneinander getrennt werden sollen. Diesen Bastlern mag empfohlen werden, den Drehkondensator C_1 anders, nämlich als Antennenabstimmung zu schalten, wie in den Abb. 9 und 10 gezeigt wird. Die Schaltung nach Abb. 9 hat den Vorteil, daß der Rotor des Drehkondensators C_1 geerdet und dieser

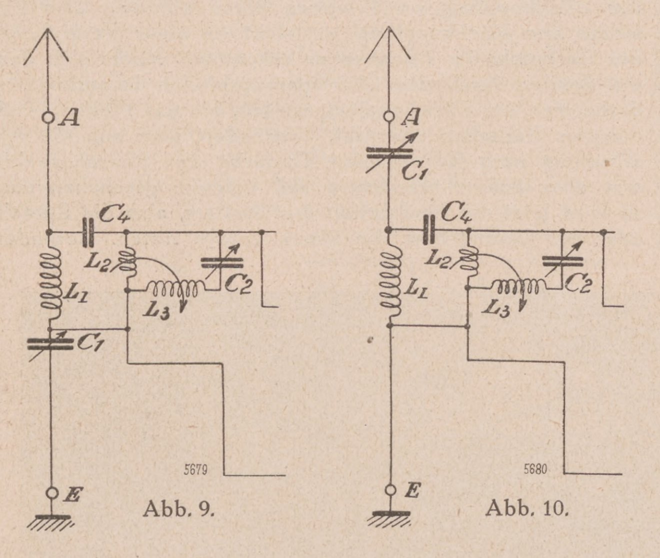


Abb. 9. Abb. 10.

somit der Handkapazität entzogen werden kann. Andererseits gestattet diese Schaltung nicht, den ganzen Apparat zu erden wie die Schaltung nach Abb. 10. Da die Erdung des ganzen Apparates aber wichtiger sein dürfte, ist die letzte Schaltung vorzuziehen. Eine geringe Empfindlichkeit gegen die Handkapazität ist gerade bei der Antennenabstimmung meist ohne besondere Bedeutung.

Liste der Einzelteile.

		Mk.
1	Loewe-Mehrfachröhre 3 NF mit Spezialsockel .	27,45
1	Saba-Frequenzdrehkondensator „Orthometer" von 500 cm mit Zahnradfeineinstellung durch Bewegung des ganzen Systems, einschl. Drehknöpfen . . . (Vgl. Anmerkung unten!)	12,60
1	Frequenzdrehkondensator von 500 cm ohne Feineinstellung . . . . etwa	8,50
1	Kreisplatten-Drehkondensator von 500 cm ohne Feineinstellung . . . . etwa	2,80
2	Drehknöpfe je 1,20 Mk.	2,40
1	Telephon-Blockkondensator von 2 μF	2,15
1	Loewe-Blockkondensator von 3000 cm in Porzellan	1,60
1	Loewe-Blockkondensator von 50 cm in Porzellan .	1,00
4	Spulensockel je 0,60 Mk.	2,40
1	Druckknopfschalter	0,90
11	Steckbuchsen	0,80
div.	Schilder	0,40
1	Holzbrett, Sperrholz, 240 × 260	2,00
1	Pertinaxplatte, 5 mm stark, 180 × 260	3,00
2	Pertinaxplatten, 5 mm stark, 50 × 120, je 0,40 Mk.	0,80
1	Pertinaxplatte, 5 mm stark, 20 × 120	0,20
1	Pertinaxrohr, 6 mm Außendurchmesser, 40 mm lang	0,10
2	Hartgummirohre, 15 mm Außendurchmesser, je 60 mm lang, je 0,25 Mk.	0,50
1	Zinkblech, 0,5 mm stark, 180 × 260	0,50
1	Zinkblech, 0,5 mm stark, 160 × 220 (für die Abschirmung von L_1)	0,50
6	Messingwinkel	1,50
div.	Schrauben, Kupferdraht 1 und 1,5 mm ø, Rüschschlauch 1,5 und 2,0 mm ø . . . . Holzkasten, mit Blech ausgeschlagen und Spulen extra!	2,00
	Summa:	74,10

Anmerkung. Oder:

1	NSF-Frequenzdrehkondensator von 500 cm ohne Feineinstellung	8,50
1	NSF-Feineinstellskala dazu	4,00

Ein Anzeiger für atmosphärische Entladungen.

Zum Anzeigen atmosphärischer Entladungen werden bekanntlich Glimmröhren mannigfacher Ausführung parallel zur Antenne und Erde geschaltet. Eine Glimmröhre benötigt jedoch, um überhaupt anzusprechen, eine bestimmte Minimalspannung von recht hohem Wert. Infolgedessen kann das Anzeigen von statischen Aufladungen der Antenne durch eine Glimmröhre bereits zu Schädigungen des Geräts führen. Es gibt jedoch ein Mittel, das bereits auf sehr geringe statische Ladungen anspricht: das ist die Glühlampe.

Eine Glühlampe enthält bekanntlich einen Metall- oder Kohlenfaden innerhalb eines Glaskörpers. Man kann nun folgenden Versuch anstellen: Eine Glühlampe wird zum Aufleuchten gebracht, in dem man sie an irgendeine Steckdose anschaltet, dann einen Hartgummistab (Hartgummikamm) mit einem Lappen aus reiner Wolle reibt, so daß der Hartgummistab sich elektrisch auflädt. Berührt man dann mit dem geladenen Hartgummistab den Glaskörper der Glühlampe, so kann man beobachten, daß der Glühfaden sich nach der Glaswandung zu bewegt. Bei einer Kohlenfadenlampe wird sich der gesamte Kohlenfaden nach der Glühlampenwand heranziehen, während bei einer Zickzackmetallfadenlampe, wie sie heute sehr viel verwendet werden, die einzelnen Fäden, die der berührten Glaswandungsstelle gegenüberliegen, sich nach dieser zu ausbiegen. Die Ausbiegung des Metallfadens geht bereits bei ganz geringen Aufladungen der Glühlampen vor sich.

Umgibt man nun den Glaszylinder mit einem etwa 2 cm breiten, mittels Eiweiß angeklebten Stanniolstreifen oder einer umgelegten 2 cm breiten Messingschelle und verbindet diese mit der Antenne, so wird man beobachten, daß bei Aufladungen der Antenne sich der leuchtende Glühfaden mehr oder weniger ausbeult.

Ist die Aufladung der Antenne auf ein hohes Maß gestiegen, so wird sogar der Glühfaden der Glühlampe sich bis an die Glaswandung begeben und alsdann einen Ausgleich zwischen der Ladung der Glaswandung, damit der Antenne und der Erde bewirken, da der Glühfaden selbst durch das Leitungsnetz mit der Erde verbunden ist.

Man hört im Augenblick des Berührens des Glühfadens mit der Glaswandung ein Knistern, das den Ausgleichsvorgang bekanntgibt; zugleich bewegen sich die Lampenfäden in ihre Ausgangsstellung zurück.

Man braucht die Glühlampe an sich nicht zum Leuchten zu bringen, es kann der Glühfaden auch einpolig mit dem geerdeten Leiter des Leitungsnetzes oder mit der Wasserleitung oder einer ähnlichen guten Erde verbunden werden, doch ist bei leuchtender Lampe das Phänomen besser wahrnehmbar. *Dr. F. Noack.*

*

Deutsche Kurzwellenversuche auf Welle 16 m. Der Sender der Gruppe Osram (K 4 a b c) in Schlachtensee bei Berlin macht Versuche auf Wellenlängen unter 16 m zur Feststellung der Ausbreitung von Wellen dieser Länge. Alle Funkfreunde, die über entsprechende Empfangsgeräte verfügen, werden gebeten, ihre Adresse zwecks persönlicher Fühlungnahme der Schriftleitung des „Funk" unter dem Kennwort „Schlachtensee" mitzuteilen. Die Versuche haben am 4. Juni begonnen. Regelmäßige Sendezeiten jeden Sonnabend 16 Uhr bis Sonntag 5 Uhr. Es kommt darauf an, daß sich recht viele Funkfreunde, besonders auch aus dem Auslande, an der Beobachtung des Senders beteiligen, um einwandfreie Ergebnisse über die Reichweite dieser Wellen zu erhalten.

Amerikanischer Kurzwellenrundfunk für Europa. Der amerikanische Kurzwellen-Versuchssender in Schenectady sendet jetzt regelmäßig am Dienstag einer jeden Woche von 23.00—24.00 Uhr abends (M. E. Z.) Rundfunkdarbietungen auf Welle 22 m. Die Sendungen dürften auch in Deutschland leicht zu empfangen sein.



Die Selbstanfertigung von Lautsprechern

Die Erzielung hoher Lautstärken. — Ein einfaches, gutes Antriebssystem. — Herstellung einer „Trommelfellmembran". — Der Lautsprecher im Uhrgehäuse.

Von

Ewald Popp.

Wenn heute der Funkfreund und Bastler komplizierte Empfangsgeräte selbst anfertigt und imstande ist, hochgestellte Anforderungen zu verwirklichen, so erscheint es einleuchtend, daß er sich auch dem ergänzenden und nicht minder interessanten Teil seiner Empfangsanlage, nämlich dem Lautsprecher, mit derselben Sorgfalt widmet und sich zum Selbstbau entschließt, wobei die Kosten und der Arbeitsaufwand im allgemeinen entschieden geringer sind, als für ein Röhrengerät. Im übrigen eröffnet sich hier dem Funkfreund ein neues Betätigungsfeld, indem er durch eigene Arbeiten zur Vervollkommnung der Technik beitragen kann. Es ist dies eines jener neuen Arbeitsgebiete des Funkfreundes, das Dr. Gehne in dem Aufsatze „Technische Krise im Rundfunk" aufzeigte, als er darauf hinwies, daß das rasende Tempo der Rundfunkentwicklung der letzten Jahre sich nun naturgemäß verlangsamen muß, dafür aber eine Vertiefung in schon Bekanntes und das Aufsuchen neuer Wege und Möglichkeiten einsetzen wird.

Zum Bau eines Lautsprechers sind ebenso wie zum Bau eines hochwertigen Empfangsgerätes Kenntnisse nötig, wenn man wirklich gute Leistungen erzielen will. Über die Probleme des Lautsprechers und über die Grundlagen des Lautsprecherbaues ist bereits öfter im „Funk-Bastler" berichtet worden. Es müssen aber noch eine ganze Reihe wichtiger Punkte beachtet werden, die bei der praktischen Durchführung von großer Bedeutung sind. Der erste Versuch, einen Lautsprecher selbst zu bauen, wird oft fehlschlagen. Aber ebenso, wie wir im Anfang der Entwicklung dem tückischen Audion zu Leibe gerückt sind und gefunden haben, so und so muß es gemacht werden, dann geht's — ebenso können wir auch beim Lautsprecher feststellen, worauf es ankommt, um Mißerfolge zu vermeiden.

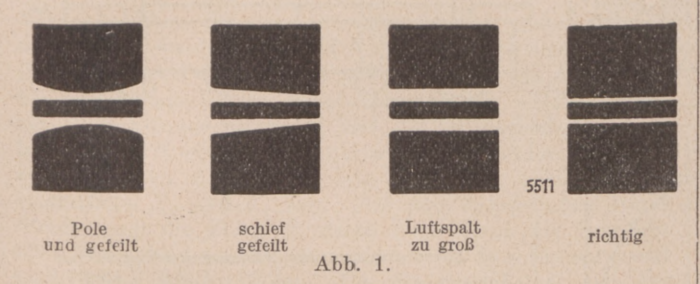


Abb. 1.

Vor allem ist es die Lautstärke, die beim ersten selbstgebauten Modell gewöhnlich recht gering ist. Wo ist nun hier der Fehler zu suchen? Solange es sich um elektromagnetische Antriebssysteme handelt, wird stets das Zungenprinzip Anwendung finden. Die Weicheisenzunge ist entweder einseitig oder auf beiden Seiten eingespannt und schwebt frei über oder zwischen den Polen eines Magneten. Da die Kraft, mit der die Zunge angezogen wird, mit der zweiten Potenz der Entfernung abnimmt, so ist es wohl klar, daß die Entfernung Zunge—Pol eine ausschlaggebende Rolle spielen wird. In der Praxis besagt dies folgendes: Angenommen, der Luftspalt Zunge—Pol habe eine Größe von 0,2 mm; die Kraft, mit der die Zunge angezogen wird, ist dann $K_1 = \frac{C}{0{,}2^2} = \frac{C}{0{,}04}$. Der Luftspalt werde nun auf 0,14 mm, also um nur 0,06 mm verringert. Die auf die Zunge wirkende Kraft ergibt sich jetzt zu $K_2 = \frac{C}{0{,}14^2} = \frac{C}{0{,}0196} \approx \frac{C}{0{,}02}$; das heißt also, daß in unserem Falle die auf die Zunge ausgeübte Kraft und damit auch die Lautstärke doppelt so groß wird, wenn wir den Luftspalt um nur 0,06 mm verkleinern! Weiter ist zu beachten, daß die Größe des Luftspaltes an allen Stellen des Querschnittes Zunge—Polschuh vollkommen konstant sein muß, da hiervon der Kraftfluß und von diesem die ausgeübte Kraft wesentlich abhängt. Dieser Umstand bedingt also völlig ebene parallele Flächen der den Luftspalt abgrenzenden Pole und des Zungenstücks, welches im Luftspalt schwebt. In Abb. 1 sind übertrieben und vergrößert die häufigsten Fehler angedeutet, die die Ursache der geringen Lautstärke sind. Wie man sieht, ist die Lautstärke vorwiegend von der Präzision abhängig, mit der die Polschuhe und die Zunge ausgeführt sind. Bei fabrikmäßiger Erzeugung werden diese Teile gefräst oder gehobelt, um ideal ebene Flächen zu erhalten. Der Bastler wird allerdings zur Feile greifen müssen, wobei es übrigens gar nicht so einfach ist, eine völlig ebene Fläche zu feilen. Am häufigsten werden die Flächen rund; in diesem Falle versagt der Lautsprecher fast gänzlich, die Lautstärke ist sehr klein. Man wird überrascht sein, welchen Einfluß auf die Lautstärke ein Ebnen der Flächen und natürlich auch eine gleichzeitige Verkleinerung des Luftspaltes hat. Nach dem erstmaligen Zusammenbau des Antriebssystems wird man jedoch meistens finden, daß trotz ebener Flächen die Zunge etwas schief im Luftspalt sitzt. Es müssen daher die Polschuhe nochmals entfernt und der Lage der Zunge entsprechend nachgeschliffen bzw. nachgefeilt werden. Wenn wir nun die Zunge durch Betätigung der Reguliervorrichtung dem einen oder dem anderen Polschuh nähern und dabei den Luftspalt gegen das Licht betrachten, so wird es immer noch einzelne Stellen geben, die sich schon berühren, ohne daß die Zunge mit ihrer ganzen Fläche glatt am Polschuh anliegt (Abb. 2). Durch eine Drehung um 90° können wir diese Berührungsstelle mit dem Auge genau festlegen und durch vorsichtiges Feilen beseitigen. Der Luftspalt zu beiden Seiten der Zunge soll so groß sein, daß man gerade noch ein dünnes Papier durchziehen kann. Ein derart „präparierter" Luftspalt ist unerläßliche Bedingung für Lautstärken, wie sie bei Fertigfabrikaten erreicht werden.

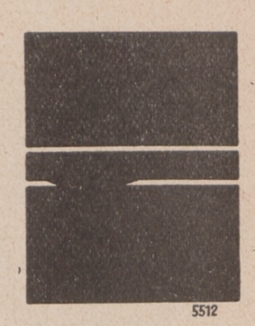


Abb. 2.

Von Einfluß auf die Lautstärke ist ferner auch die Art der Einspannung der Zunge. Wie wir aus den vorangehenden Ausführungen gesehen haben, muß die Zunge so nahe als möglich an den Polschuh herangebracht werden. Infolge des starken permanenten magnetischen Zuges, den der Polschuh auf die Zunge ausübt, wird in einer bestimmten Entfernung die elastische rückwirkende Kraft nicht mehr genügen, um die Zunge frei schwebend im Luftspalt zu erhalten, die Zunge schlägt dann plötzlich auf den Pol auf.

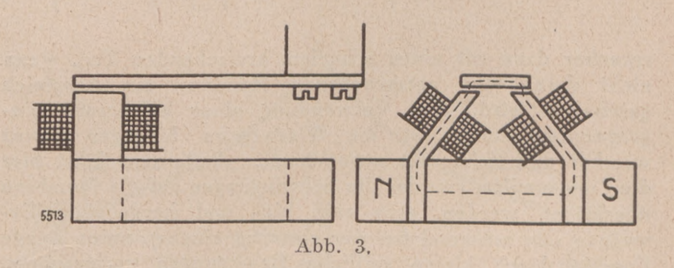
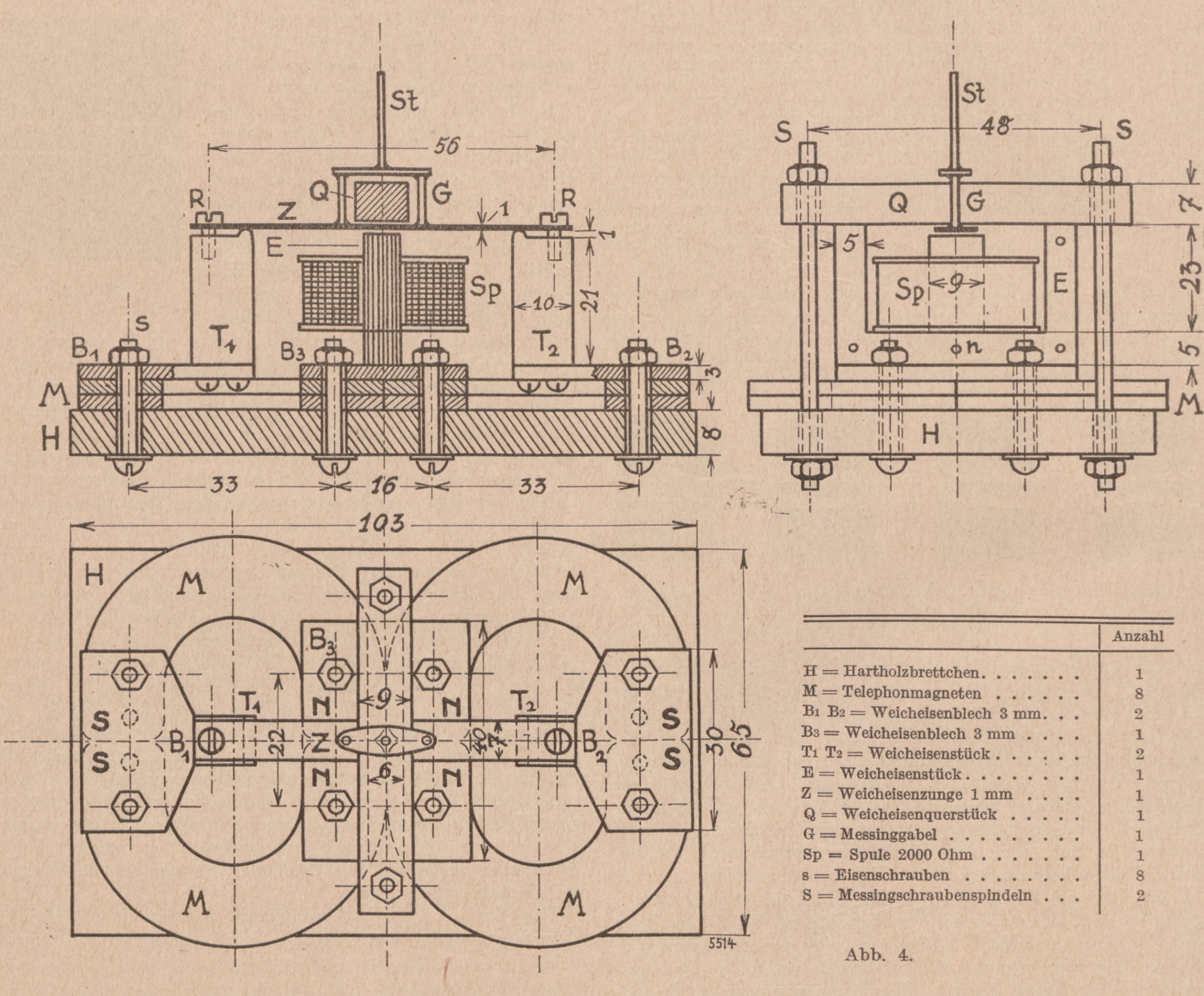


Abb. 3.

Dies ist das bekannte Knacken beim Einstellen eines Lautsprechers. Durch festes Einspannen der Zunge kann man trotz stärkster Annäherung das Eintreten des „Anschlagens" hinausschieben. Natürlich würde bei einer dünnen Zunge auch das festeste Einspannen nichts nützen, da sie sich durchbiegen könnte. Die Zunge muß daher eine gewisse Stärke haben. Die einseitig eingespannte Zunge[1]) wird stärker und kürzer ausgeführt und sehr fest eingespannt. Die beiderseits eingespannte Zunge kann schwächer und etwas länger gehalten werden, die Einspannung kann loser erfolgen (Abb. 4). Ganz kurze, einseitig eingespannte Zungen geben die höchsten Lautstärken, doch bekommt der Lautsprecher dann oft einen scharfen, kreischenden Ton, wenn nicht durch eine entsprechende Membran ein Ausgleich geschaffen wird. Bei Verwendung einer beiderseits eingespannten Zunge ist die Wiedergabe hingegen etwas weicher und daher oft angenehmer. Außerdem führt hier die Zungenmitte, von der die Schwingungen auf die Membran übertragen werden, eine rein hin- und hergehende Bewegung aus, während bei der einseitig eingespannten Zunge Energie durch kleine seitliche Bewegungen verlorengeht, was allerdings praktisch kaum ins Gewicht fallen dürfte. Es wären hier noch die Antriebssyteme mit „entspanntem Anker" zu erwähnen, die aber bedeutend schwieriger selbst herzustellen sind; vielleicht wird an dieser Stelle noch einmal darauf eingegangen werden.

Der Luftspalt ist eine durch die Konstruktion bedingte Unterbrechung des Weicheisenweges, welcher dem magnetischen Kraftfluß durch die Polschuhe und die Zunge vorgeschrieben ist. Der Kraftfluß setzt sich aus einer durch die permanenten Magneten (Vormagnetisierung) hervorgerufenen konstanten Komponente und einer durch die Spulenströme erzeugten Wechselkomponente zusammen[2]). Da beide Arten der Komponenten für die Lautstärke maßgebend sind, so müssen die Wege für die Kraftflüsse so verlustfrei als möglich ausgeführt sein. Für den konstanten Kraftfluß ist bei genügendem Eisenquerschnitt nur die Größe des Luftspaltes maßgebend, während für die Wechselkomponente entschieden ein gänzlich im weichen Eisen verlaufender Weg geschaffen werden muß, um die Ummagnetisierungsverluste (Hysteresisverluste) auf ein Minimum herabzudrücken.



	Anzahl
H = Hartholzbrettchen.	1
M = Telephonmagneten	8
B_1 B_2 = Weicheisenblech 3 mm. . .	2
B_3 = Weicheisenblech 3 mm	1
T_1 T_2 = Weicheisenstück	2
E = Weicheisenstück	1
Z = Weicheisenzunge 1 mm	1
Q = Weicheisenquerstück	1
G = Messinggabel	1
Sp = Spule 2000 Ohm	1
s = Eisenschrauben	8
S = Messingschraubenspindeln . . .	2

Abb. 4.

Abb. 3 zeigt schematisch das gewöhnliche Zungensystem. Der konstante magnetische Fluß verläuft hier vom Nordpol über den Luftspalt durch die Zunge abermals über den Luftspalt zum Südpol. Die Kraftlinien des von den Spulen erzeugten wechselnden Kraftflusses müssen sich aber durch den permanenten Stahlmagneten schließen, können also nicht gänzlich im weichen Eisen verlaufen. Außerdem besteht die Gefahr, daß die Zunge schon vom Vormagnetisierungsfluß magnetisch gesättigt wird, was zu Amplitudenverzerrungen führt. Das in Abb. 4 im Auf-, Grund- und

[1]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 43.

[2]) Vgl. „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 51: „Grundlagen zum Bau eines Lautsprechers", und Heft 2, Jahr 1927: „Das elektromagnetische Telephon".

Seitenriß dargestellte Antriebssystem weist wesentliche Verbesserungen auf und kann infolge seiner Einfachheit leicht selbst hergestellt werden. Auf einem Hartholzplättchen H sind acht gute Telephonmagneten befestigt. In der Mitte stoßen gleichnamige Pole zusammen, so daß sich hier laut angenommener Bezeichnung der Abbildung ein gemeinsamer Weicheisenweg für die von den Spulenströmen erzeugte Wechselkomponente vorhanden; außerdem kommt für den Wechselfluß nicht der Querschnitt der Zunge, sondern die im Luftspalt befindliche Fläche der Zunge in Betracht.

Abb. 6 läßt die Verbindung des Antriebssystems mit einer Konus-Papiermembran erkennen. Näheres über Membranen ist

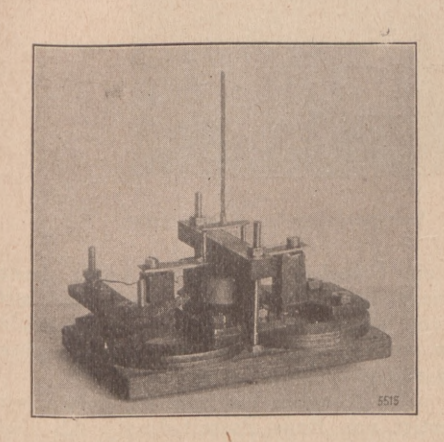


Abb. 5. Das Antriebssystem.

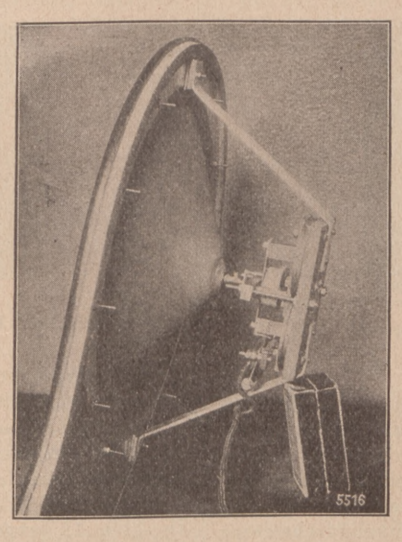


Abb. 6. Verbindung des Antriebssystems mit der Membran.

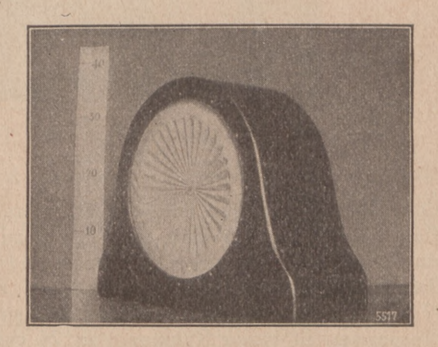


Abb. 7. Lautsprecher mit kegelförmiger Fächermembran.

Nordpol, außen je ein gemeinsamer Südpol, ausbildet. Alle drei Pole werden durch Weicheisenplättchen bedeckt (B_1 B_2 B_3). Auf dem mittleren Blech B_3 sitzt ein E-förmiges, am besten lamelliertes Weicheisenstück E, welches durch ein Weicheisenquerstück Q und die Schraubenspindeln S fest auf den Nordpol aufgepreßt wird. Die beiden Bleche B_1 und B_2 setzen sich rechtwinklig nach oben in die Weicheisenstücke T_1 und T_2 fort. Auf den Vorsprüngen dieser Stücke liegt die Zunge Z, deren Lage durch die Schräubchen R reguliert werden kann; sie ist vor dem Einbau leicht nach unten durchzubiegen. Die Messinggabel G und der Stift St übertragen die Schwingungen auf die Membran. Die Schrauben R und s sind aus Eisen. Sämtliche Weicheisen-

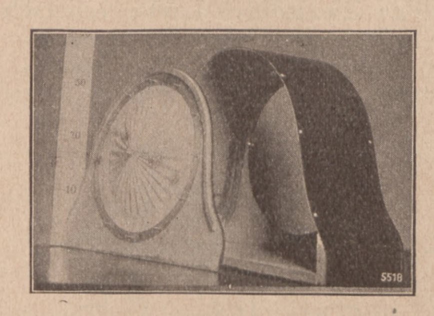


Abb. 8. Rückansicht der Vorderwand.

teile müssen gut geglüht und langsam abgekühlt worden sein. Bei der Selbstanfertigung müssen alle vorher erwähnten Punkte genauestens eingehalten werden, besonders ist auf ein dichtes, lückenloses Aufliegen des Querbalkens Q auf dem E-Stück zu achten. Details der Ausführung sowie Wirkungsweise des Antriebssystems dürften aus den Zeichnungen und aus der photographischen Aufnahme (Abb. 5) klar hervorgehen. Die Hauptmaße sind eingetragen, richten sich aber nach dem Abstand und der Lage der Bohrungen der verwendeten Telephonmagneten.

Die Vorteile dieses Antriebssystems liegen in der Zungenvormagnetisierung, die durch das Aufliegen der Zungenenden auf den beiden Südpolen erfolgt. Weiter ist aber auch durch das E-Stück und dem Querbalken Q ein geschlossener

aus dem „Funk-Bastler", Jahr 1927, Heft 4, zu entnehmen. Fächermembranen geben bei gleichem Durchmesser eine tiefere Klangfarbe als Konusmembranen, weshalb eine Kom-

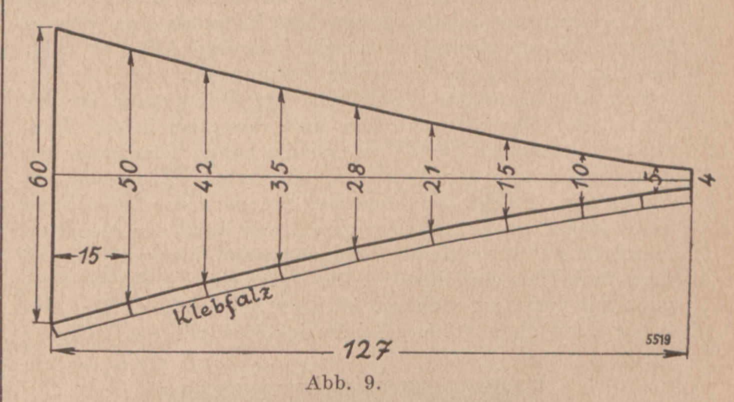


Abb. 9.

bination beider in Form einer kegelförmigen Fächermembran angezeigt ist.

In Abb. 7 und 8 ist ein Lautsprecher mit einer solchen Membran zu sehen. Die Fächermembran wird durch die

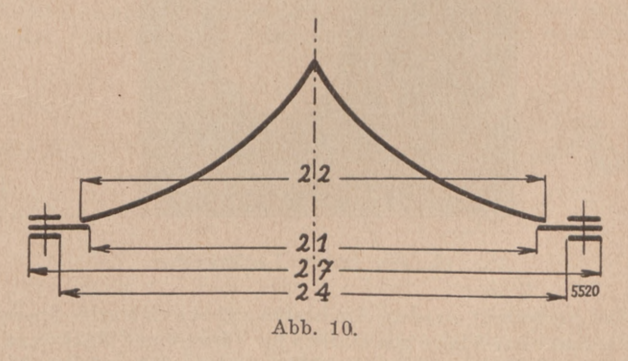


Abb. 10.

Kegelform natürlich sehr steif, es muß daher wieder ein elastischer Übergang zur Einspannstelle angebracht werden, was durch einen Kreisring aus Papier geschieht. Die Wiedergabe ist sehr gut.

Eine außerordentlich getreue Wiedergabe wird durch eine der Form des Trommelfells[3]) nachgebildete Papiermembran erreicht. Die Anfertigung einer derartigen „Trommelfellmembran" ist aber sehr mühsam und kann nur einem geschickten und geduldigen Bastler empfohlen werden. Man kann sie aus zwölf Sektoren zusammenkleben, die nach

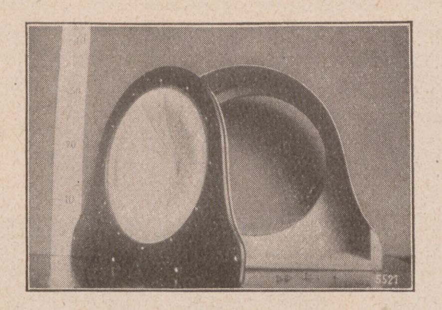


Abb. 11. Lautsprecher mit „Trommelfellmembran".

einer Kartonschablone ausgeschnitten werden. Die genauen Maße der Schablone sind aus Abb. 9 zu entnehmen, wobei ein Membrandurchmesser von 22 cm zugrunde gelegt wurde. Die fertige Membran wird auf einen Papierkreisring von 27 cm Außendurchmesser aufgeklebt, so daß sie sich zum Einspannen in einen Rahmen von 24 cm Innendurchmesser eignet (Abb. 10). Die Begrenzungslinien der einzelnen Sektoren, längs welchen diese aufeinandergeklebt werden, übernehmen infolge ihrer durch das Kleben eingetretenen Erhärtung die Aufgabe der radialen Fasern des Trommelfells. Durch diese Ausführung ist eine einigermaßen gelungene Kopie des Trommelfells erreicht worden, allerdings ohne Berücksichtigung eines geeigneten Materials, da dünnes Papier (Entwurfpapier) verwendet wurde. Abb. 11 zeigt den Lautsprecher bei geöffneter Vorderwand.

Von sehr günstigem Einfluß auf die Wiedergabe ist der Einbau der Membran mit dem Antriebssystem in ein Holzgehäuse. Bekanntlich bilden sich die hohen Töne mehr um den Mittelpunkt der Membran, die tiefen Töne mehr am Rande aus. Infolge der langsamen Frequenz der tiefen Töne findet daher ein Druckausgleich um den Rand der Membran herum statt, wenn keine Trennungswand hier ist, so daß dann tiefe Töne zurücktreten. Der Unterschied in der Wiedergabe mit und ohne Gehäuse ist ganz beträchtlich. Das Gehäuse kann ohne größere Schwierigkeiten mit der Laubsäge

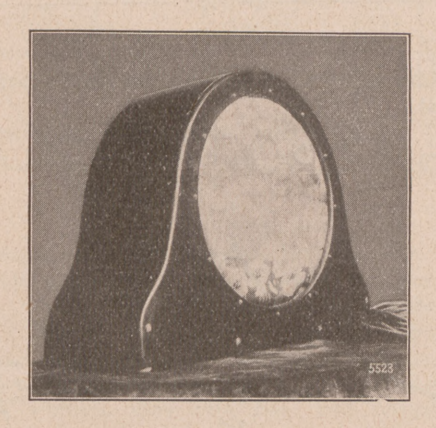


Abb. 12. Der fertige Lautsprecher.

selbst hergestellt werden. Am besten eignet sich hierfür Sperrholz, und zwar 5 bis 6 mm starkes für Vorder- und Rückwand, 2 bis 3 mm starkes für die gewölbte Seitenwand (vgl. die Abbildungen). Letzteres läßt sich in feuchtem Zustande sehr leicht biegen. Die Seitenwand wird mit der Rückwand fest verschraubt und verleimt, die Vorderwand muß herausnehmbar sein, da sie mitsamt der Membran und dem Antriebssystem eingesetzt wird. Vorder- und Rückwand erhalten der Größe der Membran entsprechende kreisförmige Ausnehmungen. Die Membran wird zwischen einem Metallreifen und der Holzwand eingespannt (Abb. 6 und 8). Um

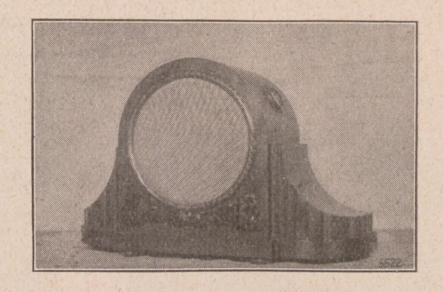


Abb. 13. Lautsprecher im Uhrgehäuse.

dem Lautsprecher ein hübsches Äußeres zu geben, kann man die Ausnehmungen der Vorder- und Rückwand mit dünner, geschmackvoll gemusterter oder gebatikter Seide (Crêpe) überspannen, wodurch überdies eine sehr erwünschte geringere Dämpfung eintritt (Abb. 12).

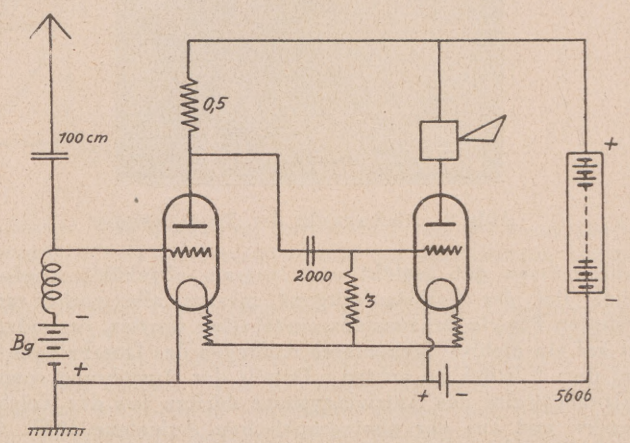
Einen originellen selbstgebauten Lautsprecher sehen wir in Abb. 13 (angefertigt von Hans Posselt-Prag). Als Gehäuse wurde hier ein großes Uhrgehäuse aus Holz verwendet. Der Lautsprecher besitzt eine Konus-Papiermembran und das im „Funk-Bastler", Jahr 1926, Heft 43, beschriebene Antriebssystem. Der Membrandurchmesser beträgt 20 cm. Da die Rückwand nicht ausgenommen ist, so sind in der Seitenwand (Abb. 13) einige Löcher angebracht, damit keine allzu große Dämpfung eintritt. Lautstärke und Wiedergabe sind vorzüglich.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Erfolge mit selbstgebauten Lautsprechern nur dann zufriedenstellend ausfallen, wenn die Anfertigung mit großer Sorgfalt und Genauigkeit geschieht. Die erzielten Leistungen stehen dann nicht hinter denen von Fertigfabrikaten zurück, können sie sogar übertreffen.

Eine billige Zweiröhren-Lautsprecherschaltung.

Nach Amateur Wireless **10.** 405. 1927 / Nr. 248 — 12. März.

Die Abbildung zeigt eine billig herzustellende Schaltung, die es gestattet, einen Lautsprecher zu betreiben. Die



Gleichrichtung der Hochfrequenz erfolgt in der ersten Röhre durch hohe negative Gittervorspannung (Anodengleichrichtung). Dazu ist keine besondere Gitterbatterie Bg erforderlich, da diese Vorspannung der Anodenbatterie entnommen werden kann. Durch diese Anordnung wird Gitterkondensator und Gitterwiderstand gespart. Beide Röhren sind durch Widerstandskopplung verbunden.

[3]) Vgl. Heft 15 des „Funk-Bastler", Jahr 1927.

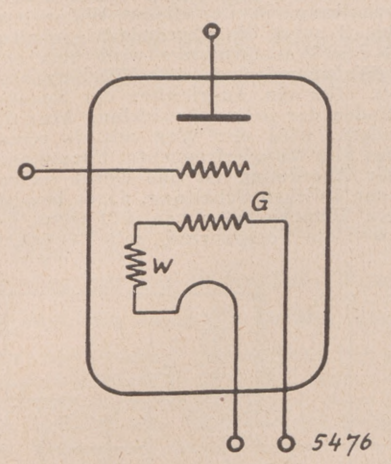
AUSLÄNDISCHE ZEITSCHRIFTEN- UND PATENTSCHAU

Bearbeitet von **Regierungsrat Dr. C. Lübben.**

Doppelgitterröhre für normale vierpolige Sockel.

Nach Brit. Pat. 264 031.

In der Abbildung ist eine Doppelgitterröhre wiedergegeben, die nur vier Zuführungen besitzt, so daß sie in



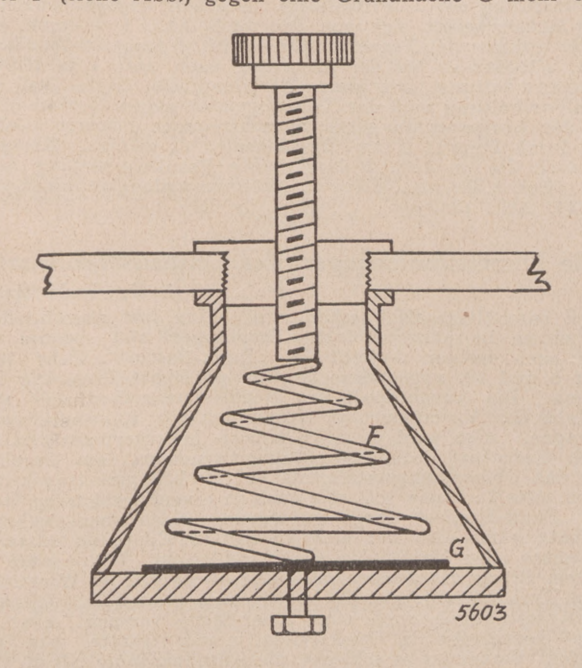
normalen Sockeln verwendet werden kann. Erreicht wird dies dadurch, daß die eine Seite des Heizfadens über einen Widerstand W mit der einen Seite des ersten Gitters verbunden ist, während die andere Seite des Gitters nach außen geführt ist. Der Heizstrom durchfließt so Heizfaden und erstes Gitter. Der Widerstand W kann fortgelassen werden, wenn das Gitter einen erheblichen Widerstand besitzt. Das Raumladegitter kann als Spule ausgebildet werden, so daß es ein magnetisches Feld erzeugt.

*

Ein veränderlicher Kondensator oder Widerstand.

Nach Brit. Pat. 265 676.

Eine veränderliche Größe der Kapazität oder des Widerstandes wird dadurch erzielt, daß eine konische Spiralfeder F (siehe Abb.) gegen eine Grundfläche G mehr oder

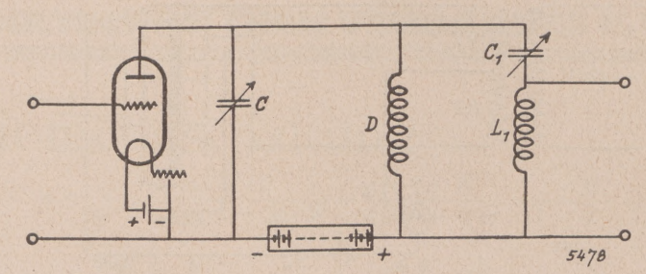


weniger zusammengedrückt werden kann. Die Grundfläche besteht für einen Kondensator aus einer Metallplatte, die mit einer dünnen Isolierplatte belegt ist, für einen Widerstand besteht die Grundfläche aus der Widerstandsschicht auf einer Metallplatte.

Eine neue Kopplung für Röhrenverstärker.

Nach Brit. Pat. 264 304.

Bei der in der Abbildung wiedergegebenen Schaltung wird der Schwingungskreis aus zwei Kondensatoren C und C_1 und der Spule L_1 gebildet. Der größere Kondensator C liegt



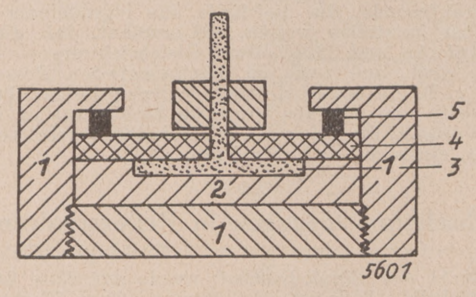
zwischen Anode und Kathode, während die Spule L_1 unmittelbar oder über einen Hochfrequenztransformator mit der folgenden Röhre gekoppelt ist. Die Anodenbatterie ist über eine gute Hochfrequenzdrossel D mit der Anode verbunden.

*

Ein elektrolytischer Gleichrichter.

Nach Brit. Pat. 265 652.

Der in der Abbildung wiedergegebene elektrolytische Gleichrichter besteht aus einem Kupferbehälter 1, in dem



eine Paste 2 enthalten ist, die aus Kupfersulfid besteht, hergestellt durch direkte Einwirkung von Schwefel auf Kupfer und einer Sulfidflüssigkeit, wie z. B. Ammoniumhydrosulfid. Mit dieser Paste wird eine gut polierte Aluminiumplatte 3 in Kontakt gebracht. Darüber ist eine Isolierplatte 4 mit einer gasdichten Packung 5 angeordnet.

*

Eine einfache Hochfrequenzdrossel.

Nach Wireless World **20.** 455. 1927 / Nr. 398 — 13. April.

Unter Verwendung alter photographischer Filme kann man sich sehr leicht einen guten Spulenkörper für eine Hochfrequenzdrossel herstellen. Es werden zwei Filmstreifen in der Form der Abb. 1 geschnitten und mit den schmalen

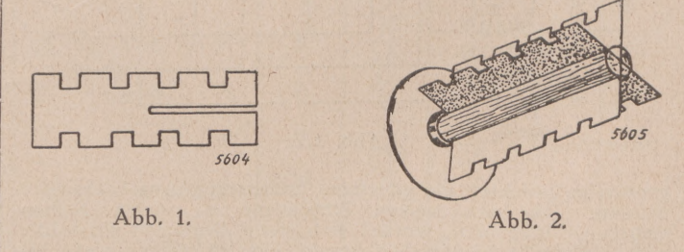


Abb. 1. Abb. 2.

Einschnitten ineinander und in entsprechende Einschnitte eines etwa 5 cm langen Stabes aus Holz, Hartgummi oder dergleichen geschoben und mit Schellack oder dergleichen verkittet. In die äußeren Einkerbungen werden mehrere voneinander getrennte Einzelspulen gewickelt, die miteinander verbunden sind (Abb. 2).

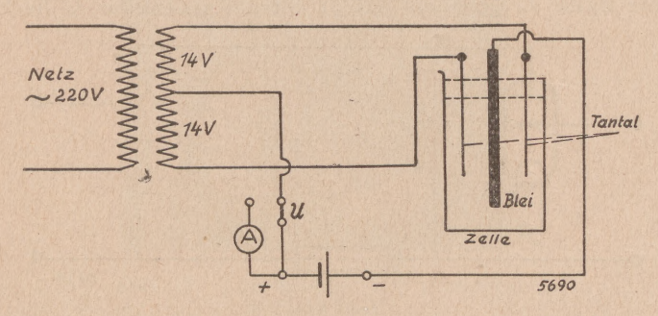


BRIEFE AN DEN „FUNK-BASTLER“

Der Vollweg-Tantalgleichrichter.

Engelskirchen, Ende Mai.

Angeregt durch den Aufsatz von O. Vetter in Heft 52 des „Funk-Bastler“, Jahr 1926, über einen Tantalgleichrichter[1]) beschäftigte ich mich mit diesem Ladegerät. Eingehende Versuche brachten mir immer gleiche Erfolge. Durch Be-



nutzung einer zweiten Tantalelektrode und eines Transformators mit Mittelabgriff in der Sekundärwicklung ging ich zur Vollweg-Gleichrichtung über. Die Schaltung ergibt sich aus der Abbildung. Die Wicklungen des Transformators sind primär beispielsweise für 220 Volt Wechselstrom und sekundär für zweimal 14 Volt eingerichtet. An die primäre Wicklung legt man das Netz. Der Mittelabgriff der Sekundärwicklung ergibt den Pluspol, die beiden anderen Klemmen der Sekundärwicklung werden mit den beiden Tantalelektroden des Gleichrichters verbunden. Die Bleielektrode der Zelle bildet den Minuspol. Es empfiehlt sich, die Teile des Ladegerätes so anzuordnen, daß sie von etwa umherspritzenden Säureteilchen nicht getroffen werden.

Für Funkfreunde, die die Zelle aus irgendeinem Grunde nicht selbst herstellen wollen, sei erwähnt, daß die Zellen — für einfache und für Vollweg-Gleichrichtung — käuflich zu haben sind, und zwar zu erschwinglichen Preisen. So erfordert z. B. ein betriebsfertiger Vollweg-Gleichrichter ohne Amperemeter eine Ausgabe von etwa 25 M., was im Hinblick auf die Vorteile, die solch ein wirtschaftlich arbeitendes Gerät bietet, ein nicht zu hoher Preis ist. *H. See.*

*

Wechselstromstörungen in Reflexschaltungen.

Huckingen, Ende Mai.

In Heft 15 des „Funk-Bastler“ wurde auf Seite 240 unter der Überschrift „Wer ist der Störer?“ über Wechselstrom-

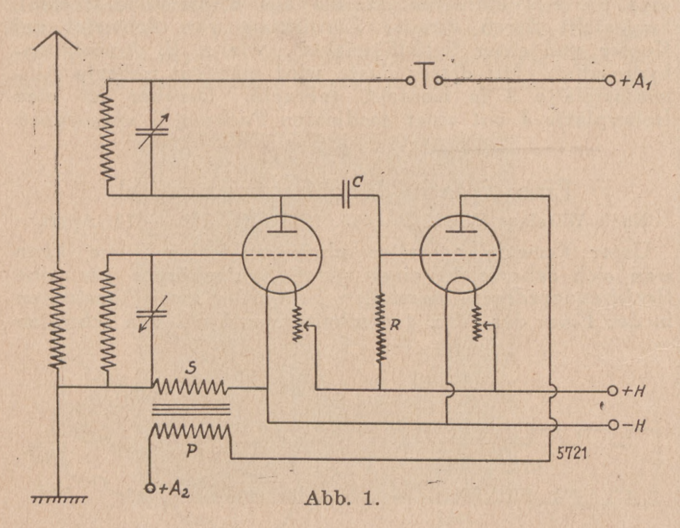


Abb. 1.

geräusche berichtet, die an einem Reflexempfänger beobachtet wurden. Ich habe meinen Empfänger zu einem Reflexempfänger umgebaut, worauf sich einen Brummen einstellte, wie in Heft 15 beschrieben wurde, das ich vorher nicht gehört hatte. Es handelt sich ebenfalls um eine 220 Volt-Wechselstromleitung. Abschirmen und Gegengewicht halfen nichts. Jedoch konnte ich durch eine Änderung der Schaltung die Störungen beseitigen, nachdem ich feststellte, daß die Geräusche eintraten, sobald ein größerer Widerstand zwischen dem geerdeten Teil der Spule und der Kathode der ersten Röhre vorhanden war. Dieser Widerstand wird bei den üblichen Reflexschaltungen von der Sekundärseite des Niederfrequenztransformators gebildet. Abb. 1 zeigt eine einfache Reflexschaltung, in der dieser Widerstand zu erkennen ist. Abb. 2 zeigt die abgeänderte Schaltung. Die Sekundärseite S des Transformators wird über eine Hochfrequenzdrossel (Wabenspule von 400 Windungen) mit dem Gitter verbunden. Um ein Ausgleichen der Spannungsdifferenzen an den Enden der Sekundärwicklung über die Gitterspule zu verhindern, wird der Weg mittels eines 200 cm-Blockkondensators für niederfrequente Spannungen abgesperrt. In dieser Anordnung ist das Gerät schwieriger zu bedienen als in der üblichen Schaltung, da es besonders leicht pfeift. P ist ein Potentiometer von 400 Ohm, das jedoch entbehrlich ist, weil die Vorspannung, mit Rücksicht auf den

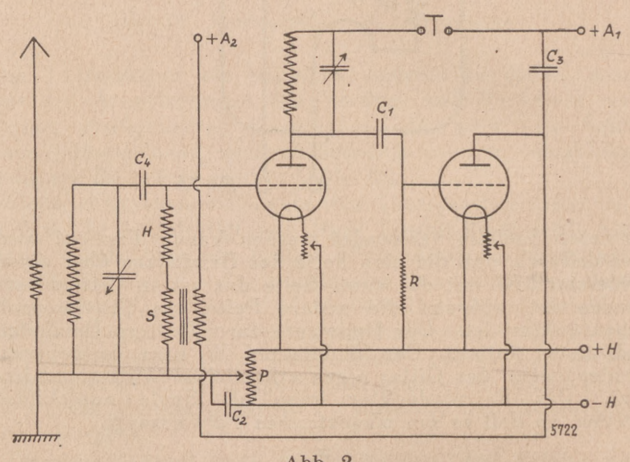


Abb. 2.

H = Hochfrequenzdrossel von 400 Wdg.	P = Potentiometer von 400 Ohm	C_2 = 5000 cm
R = 1 Megohm	C_1 = 300 cm	C_3 = 1000 cm
		C_4 = 200 cm.

niederfrequenten Verstärkungsvorgang in der ersten Röhre, immer negativ sein muß. *A. Köster.*

Anmerkung der Schriftleitung. Die hier angegebene Schaltung unterscheidet sich von der nach Abb. 1 dadurch, daß im Gitterkreis der Transformator parallel zum Abstimmkreis liegt, während er bei der Schaltung nach Abb. 1 in Hintereinanderschaltung mit dem Abstimmkreis liegt. Bei der Parallelschaltung muß der Transformator gegen Hochfrequenz und der Abstimmkreis gegen Sprachfrequenz gesperrt werden, was durch Drossel H und Kondensator C_4 erfolgt. Übrigens ist auch die in Abb. 2 dargestellte Parallelschaltung nicht neu. Vgl. z. B. u. a. Lübben, „Röhrenempfangsschaltungen“, S. 141, Abb. 131.

*

Die Dimensionierungen des Leithäuser-Reinartz.

Außig, Ende Mai.

Ich beschäftige mich schon zwei Jahre fast ausschließlich mit einem Leithäuser-Reinartz-Empfänger und möchte auf eine nach meiner Ansicht im „Funk-Bastler“, Jahr 1927, Heft 5 und 10, angegebene ungünstige Dimensionierung hinweisen. Die Anodenspule der Hochfrequenzröhre soll nach Angabe der Verfasser 100 Windungen für Rundfunkbereich betragen. Also wird es statt hinauf- heruntertransformiert! Nach einfachen Rechnungen kommt man zu dem Ergebnis, daß das Übersetzungsverhältnis bei Hochfrequenztransformatoren stets 1 : 2 sein soll, wie auch in einem der letzten Hefte des „Funk-Bastler“ dargelegt wurde. Nach obenerwähntem Aufsatz käme also nur eine kapazitive Kopplung zustande, die unter allen Umständen zu vermeiden ist. Ich benutze mit bestem Erfolg als Anodenspule eine solche von 30 Windungen 0,1 ø Emailledraht, als Korbbodenspule gewickelt. Ich habe selbstverständlich auch eine 100er-Spule versucht, aber die sonst hervorragende Selektivität meiner Geräte war zum Teufel. Ferner ist es schlecht, die Antennenspule mit 25 Windungen anzugeben. Sie richtet sich zu sehr nach den Antennenverhältnissen und schwankt zwischen 10 und 35 Windungen. *J. Hubert.*

[1]) Vgl. auch „Funk-Bastler“, Jahr 1927, Heft 17, Seite 272.

Verantwortl. Hauptschriftleiter: Ludwig Kapeller, Berlin-Schöneberg. — Druck: Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H., Berlin SW 68.
Zuschriften an die Schriftleitung (Manuskripte, Anfragen usw.) nur nach Berlin SW 68, Kochstr. 4. Fernruf: Hasenheide 2495.
Verlag: Weidmannsche Buchhandlung, Berlin SW 68, Zimmerstr. 94. Postscheckkonto: Berlin 883 78, Sonderkonto „Funk“.